Renardy/Lummer

2

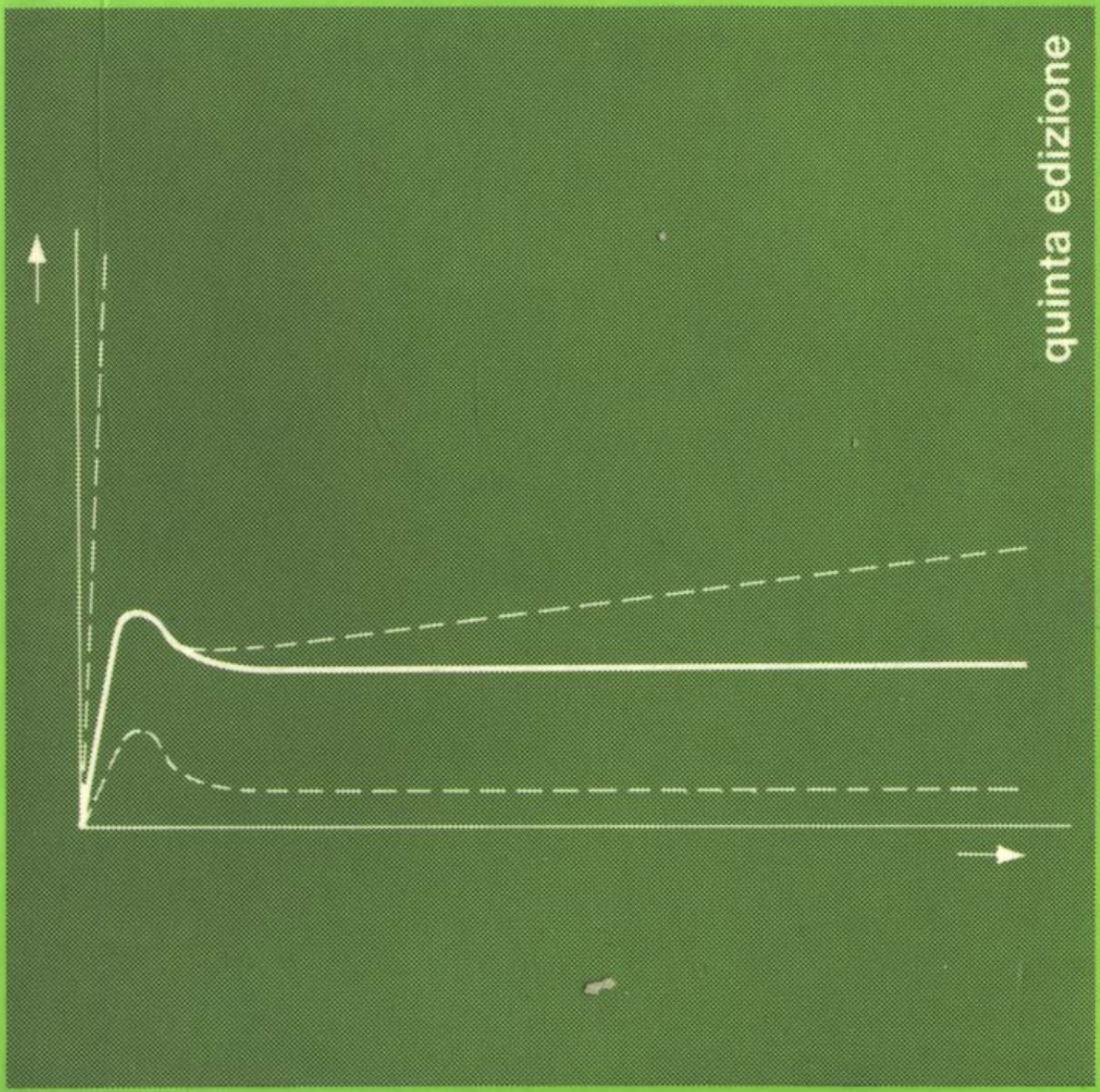
franco muzzio & c. editore

ricerca dei guasti nei radioricevitori

manuali di elettronica applicata

ricerca metodica con inseguimento ed iniezione del segnale nei ricevitori a valvole, transistori ed integrati

Importanti caratteristiche di questo volume sono, oltre all'esposizione chiara e sistematica, la trattazione parallela della ricerca dei guasti nei ricevitori a valvole, transistori ed integrati. Il metodo utilizzato si è ormai imposto nei migliori laboratori di radio riparazione e consiste nella suddivisione del ricevitore in singoli blocchi di riparazione.



quinta edizione

Adolf Renardy e Heinz Lummer

ricerca dei guasti nei radioricevitori

Seconda edizione riveduta e ampliata

franco muzzio editore

Titolo originale: Metodische Fehlersuche in Rundfunkempfängern
Traduzione condotta sulla 14ª edizione da Alvise Cavalletto

Seconda edizione aggiornata: marzo 1987
ISBN 88-7021-041-3

© 1979, 1987 franco muzzio & c. editore spa
Via Makallé 73 - 35138 Padova
© Franzis-Verlag GmbH, München
Tutti i diritti sono riservati

Finito di stampare nel marzo 1987 da Offset Invicta spa, Padova

Prefazione

Questo libro, molto noto nell'edizione originale tedesca e già tradotto in diverse lingue, è dedicato ai radioriparatori, ma sarà utile anche ai dilettanti e a chiunque si interessi di radioricevitori.
Non si tratta di una raccolta di guasti tipici con i relativi metodi di riparazione, ma di un vero e proprio corso teorico e pratico di radioriparazione. Lo scopo, per chi già conosce la materia, è di ordinarla sistematicamente e razionalmente, per chi vi si rivolge per la prima volta, di apprendere le basi di questa importante tecnica.
Il metodo che gli autori seguono, si è ormai imposto nei migliori laboratori di radioriparazione, e consiste nella suddivisione del ricevitore in singoli blocchi ideali. In un primo tempo il guasto verrà associato ad uno di questi blocchi, quindi verrà ricercato e localizzato nell'ambito del blocco. Per una corretta localizzazione, è necessario usare una combinazione di singoli metodi e di analisi elementari. Il volume inizia dunque col trattare tali procedimenti, passando poi alla vera e propria ricerca con l'aiuto degli strumenti più adatti.
Una importante caratteristica di questo volume, oltre a quelle già menzionate, consiste nella trattazione parallela della ricerca dei guasti nei ricevitori a valvole, transistori e integrati. Una caratteristica delle radioriparazioni è infatti quella di dover trattare con ognuna di queste categorie di ricevitori.
In conclusione, la lettura di questo volume assicura all'artigiano una maggiore « professionalità », mentre permette al dilettante di trarre notevoli vantaggi dal proprio hobby.

M.B.

Indice generale

1 Introduzione 9
1.1 Significato ed importanza della ricerca dei guasti 9
1.2 Guasti e localizzazione dei guasti 10
1.3 Le nozioni teoriche sono indispensabili 11
1.4 Osservazioni di chi usa l'apparecchio 12
1.5 Statistica dei guasti 14
1.6 Esame preliminare 16

2 Analisi di tensione 18
2.1 Strumenti per l'analisi di tensione 19
2.1.1 Strumenti a bobina mobile 19
2.1.2 Voltmetri a valvole e a transistori 20
2.1.3 Voltmetri digitali 23
2.2 Misurazioni su componenti attivi 24
2.2.1 Misure su transistori pnp 25
2.2.2 Verifiche su transistori pnp nel circuito ... 28
2.2.3 Misure su transistori npn 30
2.2.4 Misure su stadi complementari a transistori 31
2.2.5 Misure su transistori ad effetto di campo . 32
2.2.6 Misure su circuiti integrati 34
2.2.7 Misure su valvole 36

3 Analisi di corrente 38
3.1 Misurazione della corrente totale 38
3.2 Regolazione della corrente permanente 40
3.3 Analisi indiretta della corrente 40

4 Analisi di resistenza 43
4.1 Uno strumento per l'analisi di resistenza 44

5 Iniezione ed inseguimento del segnale 47
5.1 Prova del dito 48

5.2 Ricerca dei guasti mediante iniezione del segnale 49
5.3 Iniezione del segnale con multivibratore 51
5.4 Iniezione del segnale con oscillatore bloccato ... 54
5.5 Iniezione del segnale con vobulatore 55
5.6 Particolare indagine con il vobulatore 56
5.7 Ricerca dei guasti mediante inseguimento del segnale 57

6 Ricerca dei guasti mediante oscilloscopio 58
6.1 Ricerca con oscilloscopio nei ricevitori con circuiti integrati 60
6.2 Ricerca con oscilloscopio nei ricevitori a transistori 63
6.3 Ricerca con oscilloscopio nei ricevitori a valvole 66

7 Procedimento per la ricerca dei guasti 67
7.1 Procedimento di ricerca dei guasti nei ricevitori con IC 69

8 Ricerca dei guasti nei singoli stadi 71
8.1 Ricerca dei guasti negli amplificatori BF equipaggiati con IC 71
8.2 Ricerca dei guasti negli amplificatori BF a transistori 74
8.3 Ricerca dei guasti negli amplificatori BF a valvole 80
8.4 Ricerca dei guasti negli amplificatori FI equipaggiati con IC 82
8.5 Ricerca dei guasti negli amplificatori FI a transistori e negli stadi di demodulazione 85
8.6 Ricerca dei guasti negli stadi di mescolamento a transistori 86
8.7 Ricerca dei guasti negli stadi d'ingresso a transistori 89

9 Ricerca dei guasti in un ricevitore a transistori ed integrati 91

10 Strumenti utili per la ricerca dei guasti 95
10.1 Come ricavare una tensione sinusoidale di misura 95
10.2 Controllo della tensione di una batteria 95

10.3 Ondametro ad assorbimento 96
10.4 Sonde 97
10.5 Elemento di simmetria 98

11 Controllo dei singoli componenti 99
11.1 Transistori e diodi 99
11.2 Rumore dei transistori 101
11.3 Diodi limitatori 103
11.4 Antenne in ferrite e condensatori variabili 104
11.5 Resistenze e potenziometri 105
11.6 Condensatori elettrolitici 106
11.7 Altoparlante 107

12 Alcuni consigli per i guasti meccanici 108

13 Tabelle di ricerca dei guasti 111

Indice analitico 125

1 Introduzione

1.1 Significato ed importanza della ricerca dei guasti

L'industria costruisce radioricevitori; l'artigiano li ripara. La riparazione è un'attività economica, cioè un'attività condotta in modo tale da permettere a chi la esercita di ottenere delle entrate sufficienti per vivere. Alla base della possibile scelta tra i vari modi di procedere in questo campo, vi sono dunque principalmente delle considerazioni economiche. Considerazioni di altro tipo si impongono invece per coloro che si introducono in questo campo in veste di studenti, tecnici o dilettanti che solo casualmente affrontano la riparazione di apparecchi autocostruiti. In tal caso gioca un ruolo molto importante l'inclinazione personale che, più che da considerazioni di carattere economico, è ispirata ad un criterio di soddisfazione. Anche in tal caso è tuttavia necessaria una visione panoramica del problema; per arrivare a comprendere ogni cosa anche lo spirito più fervido deve dunque mettersi al passo con il progredire della tecnica.
Nella riparazione dei radioricevitori ha grandissima importanza la localizzazione del guasto. Una volta localizzato il guasto, infatti, il problema è automaticamente risolto, poiché l'eliminazione dello stesso presuppone poi soltanto abilità e conoscenza dei materiali. Se la riparazione rientra in una attività economica, il tempo impiegato per la localizzazione del guasto diventa un fattore determinante per la formazione dei costi. Una rapida localizzazione dei guasti, riduce il prezzo delle riparazioni e pone il tecnico riparatore nella condizione di non poter venir contestato.
Ogni tecnico ha un proprio sistema di ricerca dei guasti, così come lo ha appreso dal suo insegnante o dallo studio personale. Spesso il sistema adottato è stato appreso sui libri o sulle riviste, e magari

completato ed integrato da osservazioni personali o da esperienze di altre persone pubblicate su riviste specializzate. Non è detto che un metodo che ha dato buoni risultati, debba in ogni caso essere il migliore e più economico sistema di ricerca dei guasti. Solo se sono stati presi in considerazione tutti gli elementi fondamentali, si può pensare che il risultato ottenuto sia il sistema più vantaggioso, al passo con lo sviluppo della tecnica. In altre parole, ciò significa che per elaborare e migliorare il proprio metodo di ricerca dei guasti, occorre avere un chiaro panorama di tutte le possibilità offerte dalla tecnica. L'esperienza non ha come metodo un unico modello, ma di volta in volta riesce a scegliere tra una vasta gamma la più semplice e pratica delle possibilità. Partendo da tale punto di vista, è logico che l'esperto troverà di volta in volta, nella descrizione dei singoli sistemi, cose già note, traendo nello stesso tempo vantaggio dai chiarimenti derivanti dalla visione d'insieme. Un problema strettamente connesso alla economicità della riparazione è rappresentato dagli apparecchi di misura necessari alla localizzazione dei guasti. Strumenti, apparecchi rivelatori e generatori pilota rappresentano un capitale che deve rendere adeguatamente. Normalmente gli studenti e i dilettanti non hanno a disposizione tali apparecchiature, o solo in numero e modo limitato. Anche in tali casi è dunque necessario avere una vastissima visione panoramica della metodologia, in modo da poter scegliere il sistema più adeguato, in relazione alla scarsa attrezzatura a disposizione.

1.2 Guasti e localizzazione dei guasti

La riparazione delle apparecchiature ad alta frequenza rappresenta uno dei compiti più onerosi della tecnica moderna. Quasi tutti i radioricevitori contengono un numero incalcolabile di componenti, ognuno dei quali può essere la causa di un cattivo funzionamento o di un guasto vero e proprio. Se il disturbo è tale che il ricevitore quasi non funziona, le considerazione che se ne possono dedurre con il solo ragionamento sono per lo più scarse ed errate.

I guasti non sono normalmente visibili: ad esempio una resistenza bruciata, un collegamento aperto, un condensatore in perdita, una bobina in cortocircuito, e così via.
Nella maggioranza dei casi si può constatare soltanto l'effetto del guasto; il caso più evidente è quello in cui l'altoparlante non emette suoni.
Non basta dunque il solo ragionamento per riuscire a localizzare i guasti, servono piuttosto degli strumenti di misura e degli apparecchi indicatori di stati elettrici, che permettono di trarre delle conclusioni dai risultati delle misure. Il fine del metodo di ricerca dei guasti è quello di ricavare da tali indicazioni i dati necessari per poter completamente comprendere il funzionamento dell'apparecchio.
Numerosi sono i metodi di localizzazione dei guasti escogitati nel tempo. Si possono tuttavia distinguere due gruppi principali: *metodi di misura* e *metodi di ricerca tramite inseguimento ed iniezione del segnale.* Al primo gruppo appartengono i metodi di analisi di tensione, corrente e resistenza, mentre nel secondo gruppo vengono utilizzati iniettori di segnali ed altre particolari apparecchiature. I singoli metodi verranno descritti più dettagliatamente nei capitoli seguenti.
La maggior parte dei ricevitori radio da riparare è oggi equipaggiata con circuiti integrati (denominati in seguito IC) e transistori. Di conseguenza, la ricerca dei guasti sarà principalmente polarizzata su tali tipi di apparecchi. Non sarà però trascurato il problema della ricerca dei guasti negli apparecchi a valvole, poiché ancor oggi sono diffusi i ricevitori radio di tale tipo.

1.3 Le nozioni teoriche sono indispensabili

Se non si vuole che la ricerca dei guasti si riduca alla classica ricerca dell'ago nel pagliaio, è indispensabile avere delle nozioni teoriche. Nessuno è in grado di riparare un apparecchio se non ne conosce a fondo ciascun componente, ciascun stadio e l'interazione dei vari elementi. In ciò sta la fondamentale differenza fra le

apparecchiature ad alta frequenza e tutti gli altri tipi di apparecchiature dove ci sono organi in movimento. Qualsiasi persona infatti può diventare un bravo meccanico in grado di riparare una macchina da scrivere senza conoscere le leggi fisiche della leva. Senza la conoscenza delle leggi sull'elettricità risulta invece impossibile la riparazione di una macchina elettrica e, a maggior ragione, di un apparecchio radioricevitore. Abilità ed esperienza non sono sufficienti se manca un solido substrato di conoscenze teoriche. Davanti ad un apparecchio da riparare è importante individuare il principio posto in atto dal costruttore. Immediatamente si può riconoscere dal numero e dal genere di componenti attivi, di quale tipo di apparecchio si tratti e, seguendo i vari collegamenti, se ne può ricavare lo schema. Esistendo una vasta raccolta di schemi, può capitare di avere a disposizione lo schema dell'apparecchio da riparare. In caso contrario, il riparatore deve ricavare lo schema utilizzando le proprie conoscenze in materia e avendo già in testa le grandezze elettriche approssimative dei componenti più importanti. Uno dei più importanti presupposti di successo nel campo delle riparazioni è rappresentato proprio dal fatto di sapersela cavare in tali condizioni di necessità. Anche nel caso che si abbia a disposizione lo schema, ciò non deve rappresentare per il riparatore soltanto un insieme di simboli e di valori; egli vi deve cioè individuare sia la funzione di ciascun singolo componente sia quella dei vari stadi, come pure deve riconoscere il funzionamento nella sua generalità. Le considerazioni teoriche accompagnano tutta la durata della riparazione. Come nel caso del progetto di un circuito, la riparazione è dunque una applicazione pratica della teoria. D'altra parte, tutti i metodi riguardanti la ricerca sistematica dei guasti sono scaturiti da riflessioni teoriche.

1.4 Osservazioni di chi usa l'apparecchio

Non tutti i guasti si manifestano in modo continuo durante il funzionamento di un ricevitore, alcuni possono temporaneamente sparire tra uno spegnimento ed una accensione dello stesso. Esiste inoltre, tra la condizione di regolare funzionamento e quella di

totale interdizione dell'apparecchio, una ampia casistica di alterazioni, sulle quali l'utilizzatore può fornire delle utili informazioni. Sapendolo opportunamente interrogare, si possono ricavare delle utili indicazioni sulla natura del guasto che talvolta semplificano l'operazione di ricerca. Lo scopo di un colloquio ben impostato con il cliente è quello di giungere al miglior chiarimento possibile sulla natura del guasto.

Bisogna però tener presente che talvolta i clienti (consapevolmente o inconsapevolmente) non dicono la verità. Essi affermano ad esempio che è solo la lampada di illuminazione della scala che non si accende, o il cordino di sintonia che è rotto, mentre in realtà si tratta di un guasto ben diverso, che impedisce chiaramente il funzionamento dell'apparecchio. Talvolta viene messa in evidenza una lieve imperfezione, mentre viene taciuto il vero guasto. Può essere però utile, assumendo l'incarico della riparazione di un apparecchio, accettare per vere le argomentazioni prive di cognizione di causa del cliente. Si possono in tal modo ottenere delle utili informazioni, ad esempio: se il guasto si è verificato repentinamente o gradualmente, se si sono verificati dei fenomeni insoliti prima del guasto, se si è verificato uno spostamento discontinuo di una emittente sulla scala, se il ricevitore funziona anche se è stato posizionato per la fonorivelazione, se le prestazioni si sono ridotte nel corso dei mesi o degli anni, se qualche cosa si è bruciata prima dell'interruzione del funzionamento.

Non bisogna mai rinunciare all'aiuto che può derivare dal colloquio con il cliente. Il pur semplice fatto di poter risparmiare anche solo un paio di prove preliminari, come ad esempio la verifica del funzionamento in posizione di fonorivelatore, rappresenta un vantaggio. Un ulteriore vantaggio è rappresentato dal fatto che un cliente finora sconosciuto viene naturalmente portato, tramite il colloquio, a porre fiducia nel riparatore. Il tecnico tenga presente che buon medico è colui che si presta ad ascoltare i malanni del paziente. Come ogni medico, anche l'esperto in radioriparazioni riconosce l'ammalato presuntuoso, il quale, senza cognizione di causa, diagnostica presunti disturbi esterni all'apparecchio o

difetti nell'ascolto, quando in realtà si è in presenza di un normale funzionamento medio. Come il medico che talvolta prescrive dei rimedi completamente innocui, anche il radiotecnico, da buon conoscitore di uomini, non dovrebbe talvolta farsi scrupolo di risparmiare un condensatore sullo stadio d'uscita, influendo in tal modo sul tono dell'apparecchio incriminato.

1.5 Statistica dei guasti

Quanto maggiore è l'esperienza di un tecnico, tanto più egli propende a fare un paio di semplici prove prima di iniziare una sistematica ricerca del guasto, in modo da individuare eventuali semplici avarie. L'esperienza gli insegna infatti, che negli apparecchi ricevitori si verifica una intera serie di guasti spesso ricorrenti. Alcuni stadi di tali apparecchi sono infatti più soggetti di altri a guasti. Raccogliendo statisticamente le diverse frequenze delle cause di guasto, si può determinare in quali stadi si ha la maggiore probabilità di trovare un guasto. In fase di ricerca dei guasti, si dovrebbe tener conto di tali dati statistici. Per un lungo periodo di tempo, sono state infatti catalogate le cause di guasto in ricevitori di varie marche. Con l'avvento degli IC nei ricevitori, si è dovuto iniziare una nuova statistica tuttora in via di completamento. Le due statistiche sono riportate in fig. 1 e in fig. 2. Si può inoltre dire che i ricevitori equipaggiati con IC sono sensibilmente meno soggetti a guasti rispetto a quelli dotati di transistori.
La ragione di ciò si può trovare nel fatto che i ricevitori equipaggiati con circuiti integrati appartengono alla cosiddetta generazione giovane, mentre i ricevitori a transistori sono prodotti da ben più lungo tempo, presentando quindi, in relazione all'età, più frequenti difetti.
Da entrambe le statistiche appare evidente che la più frequente causa di guasto è da ricercarsi negli stadi di alimentazione, sia negli apparecchi che funzionano con la corrente di rete che in quelli a batteria. Iniziando pertanto la ricerca dei guasti partendo da tali stadi, si hanno maggiori probabilità di successo.

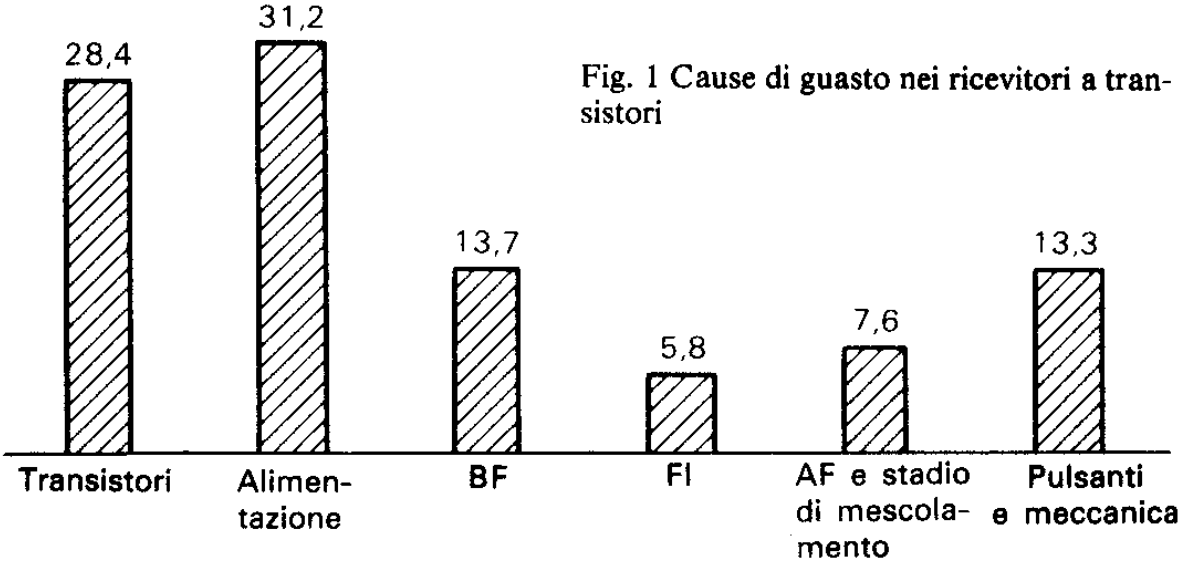


Fig. 1 Cause di guasto nei ricevitori a transistori

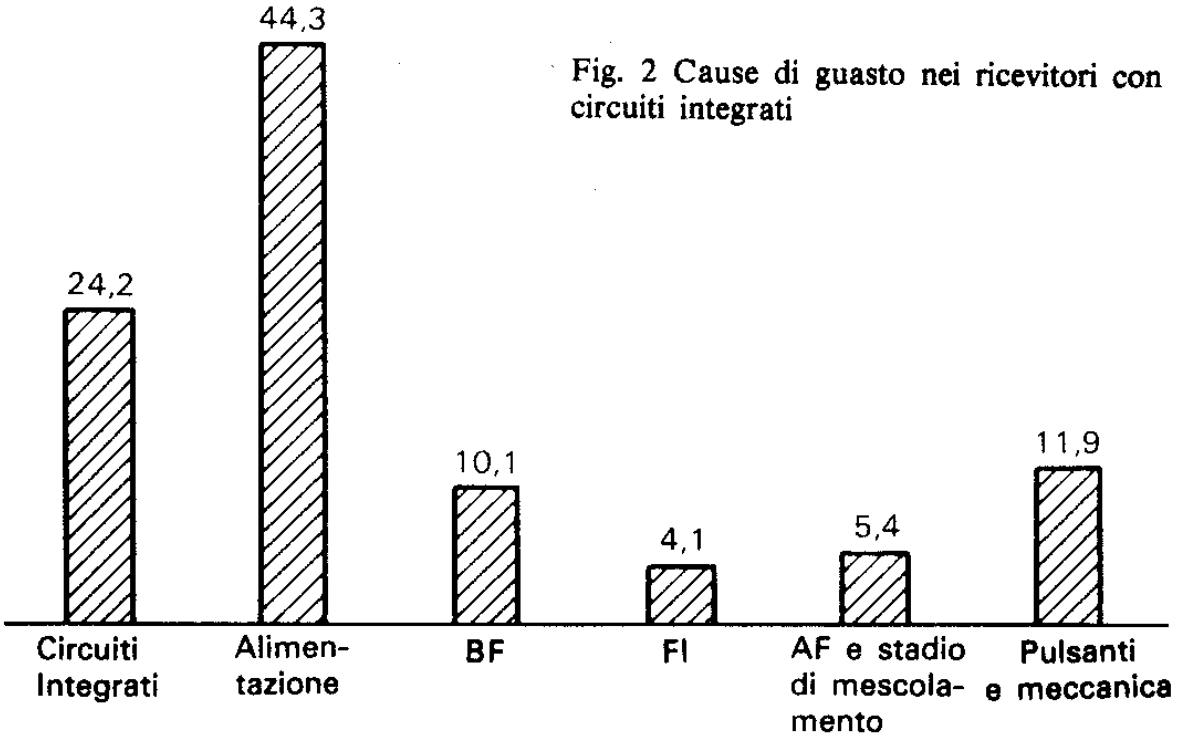


Fig. 2 Cause di guasto nei ricevitori con circuiti integrati

Pure molto frequenti sono i guasti meccanici, dovuti alle molte sollecitazioni a cui sono sottoposti nei ricevitori i pulsanti che selezionano le varie gamme d'onda ed il sistema meccanico di sintonizzazione.

L'incidenza dei guasti negli stadi ad alta frequenza e a frequenza intermedia è relativamente bassa. Dalle statistiche si può inoltre osservare che si possono trovare più guasti negli stadi a bassa frequenza dei ricevitori a transistori che non nei corrispondenti stadi degli apparecchi equipaggiati con IC.

In conclusione possiamo ricavare da tali statistiche il seguente insegnamento, utile per la ricerca dei guasti:

Nel caso che non si riesca a riconoscere immediatamente l'origine del guasto, risulta utile procedere cominciando dagli stadi di alimentazione e proseguendo quindi con gli stadi a bassa frequenza.

1.6 Esame preliminare

Prima di iniziare la ricerca dei guasti, ogni ricevitore deve essere sottoposto ad un esame preliminare. Scopo di tale esame è di individuare i sintomi più evidenti di un eventuale guasto, in modo da evitare una lunga e minuziosa ricerca o quanto meno ricavare alcune indicazioni utili a localizzare il guasto. Si raccomanda di procedere nel seguente modo:

1. Si collega il ricevitore alla rete di alimentazione. Lo si pone al massimo volume. Si procede quindi inserendo e disinserendo ripetutamente il ricevitore, allo scopo di appurare se con tale operazione l'altoparlante emette almeno un lieve gracidio, e se l'eventuale illuminazione della scala viene attivata. Se ciò non succede, bisogna esaminare lo stadio alimentatore.

2. Nello stesso tempo è consigliabile appurare, toccando con un dito, se subito dopo l'accensione i transistori finali o gli IC diventano molto caldi. Se ciò dovesse succedere bisogna spegnere immediatamente l'apparecchio. In caso contrario tali componenti verrebbero danneggiati. A questo punto si procederà ad una più attenta ispezione dello stadio finale.

3. Si ispeziona visivamente la disposizione del circuito. In tal modo si possono individuare delle resistenze bruciate, dei componenti difettosi o dei collegamenti interrotti.
Nella maggior parte dei casi, il guasto non viene rimosso cambiando semplicemente la resistenza bruciata o riparando il colle-

gamento interrotto, poiché con tali operazioni si elimina soltanto l'effetto del guasto. Procedendo in tal modo si possono tuttavia ricavare delle indicazioni utili per la localizzazione del guasto, in modo da poter concentrare la ricerca dello stesso in una ben determinata posizione.

4. Si inserisce nell'apposita presa un collegamento d'antenna. Si dovrebbe in tal caso udire un forte gracidio nell'altoparlante. Se ciò non avviene, si può concludere che il segnale non viene adeguatamente amplificato.

5. Si predispone il ricevitore nella posizione di fonorivelatore, e si entra nella apposita presa con un segnale di bassa frequenza o, più semplicemente, si tocca la presa con un dito. Dovrebbe sentirsi un rumore nell'altoparlante. In tal caso si concentra la ricerca del guasto procedendo all'indietro, partendo dall'entrata fono in direzione dello stadio di mescolamento di frequenza intermedia e del prestadio. Se invece l'altoparlante rimane muto, allora bisogna ispezionare lo stadio di bassa frequenza.

Mediante tali semplici esami preliminari si possono dunque ricavare delle valide indicazioni per la successiva operazione di ricerca del guasto.

2 Analisi di tensione

La riparazione consiste principalmente nella riattivazione delle condizioni iniziali, poiché si suppone che ogni apparecchio abbia precedentemente lavorato in condizioni normali. Può succedere che, dopo aver effettuato tutti gli esami preliminari su di un apparecchio da riparare, la causa del guasto rimanga ancora sconosciuta, impedendo in tal modo la riparazione. In tal caso il guasto può però venir evidenziato mediante misurazioni di tensione, effettuate in una serie di punti stabiliti, oppure mediante misurazioni di corrente sui vari conduttori, od infine controllando che non siano mutati i valori nominali delle resistenze. Tali misurazioni di tensioni, di correnti e di resistenze, servono dunque a stabilire dove sono localizzati i guasti. L'esame delle diverse tensioni, correnti e resistenze che compaiono in un ricevitore costituisce un vero e proprio sistema di analisi. Possiamo pertanto affermare che l'analisi di tensione, quella di corrente e quella di resistenza costituiscono ciascuna un vero e proprio metodo di sistematica ricerca dei guasti. Tra questi tre metodi, l'analisi di tensione risulta quello più frequentemente usato. Descriveremo dunque in modo completo e minuzioso tale metodo.

L'analisi di tensione comincia dalla sorgente elettrica, cioè dalla spina collegata alla rete o dalle batterie. È chiaro che un ricevitore può funzionare soltanto nel caso che tutti i terminali dei componenti attivi presentino le tensioni prestabilite. Si tratterà quindi di seguire tali tensioni, partendo dalla sorgente fino ad arrivare ai terminali o, cosa ancora più facile, misurare la tensione nei terminali e, nel caso si riscontri una grossa differenza, percorrere all'indietro il percorso fino ad arrivare alla sorgente. Se in un certo punto manca tensione, si deve retrocedere con le misurazioni fino al punto in cui si riscontra una tensione; nelle vicinanze di tale punto

deve esserci un guasto. Si potrà trattare di una interruzione o di un cortocircuito oppure anche, riscontrando un errato valore di tensione, di una resistenza che ha cambiato il suo valore.

2.1 Strumenti per l'analisi di tensione

Nell'esercizio della pratica, lo strumento di misura ha un ruolo essenziale. Nell'acquisto, si dovrebbe tener conto della semplicità e della convenienza economica dello strumento. L'apparecchiatura su cui si indaga è sufficientemente complicata da polarizzare totalmente l'attenzione del riparatore e dunque uno strumento complicato potrebbe procurare delle dannose distrazioni. Gli strumenti semplici e di piccole dimensioni non ingombrano la sede della riparazione, ed inoltre la rendono possibile anche fuori dal laboratorio. Lo strumento economicamente conveniente incide inoltre soltanto minimamente sul costo della singola riparazione, diminuendo in tal modo i costi fissi.
Si possono distinguere tre tipi di voltmetri usati nella riparazione dei ricevitori radio.

2.1.1 Strumenti a bobina mobile

Lo strumento a bobina mobile è quello più economico e maneggevole. Normalmente è dotato di diverse portate. Nell'acquistarlo, ci si accerti che abbia una elevata resistenza interna (almeno 50 kΩ/V) e che sia fornito di una scala ben leggibile sulle portate che vanno da 0,1 a 10 V: la maggior parte delle misurazioni su ricevitori a transistori rientrano in tale intervallo di tensioni. È necessario che la precisione di lettura delle tensioni sia dell'ordine di 0,1 - 0,5 V. Oltre a ciò bisogna che esso sia provvisto di protezione da sovraccarichi, in modo da evitare di danneggiarlo effettuando misurazioni errate. Uno degli svantaggi di tali strumenti sta nella resistenza interna poco elevata nelle piccole portate. Anche uno strumento a bobina mobile dotato di una resistenza interna di 50 kΩ, falsifica sensibilmente il risultato di una misura. Infatti la

resistenza dello strumento di misura varia con la portata. Essa viene ricavata moltiplicando fra loro la resistenza interna per Volt (Ri/V) ed il valore di fondo scala della portata scelta. Supponendo ad esempio di avere uno strumento con una resistenza interna di 50 kΩ/V, la resistenza totale dello strumento sulla portata di 10 V vale 500 kΩ, mentre sulla portata di 0,1 V vale 5 kΩ.
Misurando con tale strumento delle piccole tensioni su dei ricevitori a transistori, si pone in parallelo al circuito di misura la resistenza dello strumento (variabile con la portata). I risultati di tali misurazioni risulteranno dunque falsificati. Ecco la ragione per cui è auspicabile che la resistenza interna dello strumento risulti la più elevata possibile.

2.1.2 Voltmetri a valvole e a transistori

In questi strumenti di misura la resistenza interna è così elevata in tutte le portate che il conseguente errore di misura è in ogni caso irrilevante, in relazione al problema della ricerca dei guasti. Tali strumenti risultano dunque di grandissima utilità per la ricerca dei guasti e per la riparazione. Con essi, possono venir misurate non soltanto le tensioni continue ed alternate, ma anche le resistenze. Come esempio di un tale strumento, in fig. 3 è riportato il circuito del voltmetro a valvole Teletest RV-12 costruito dalla ditta Klein & Hummel. Il cuore dello strumento è rappresentato dal circuito a ponte formato dal doppio triodo ECC 82, dalle resistenze R 16 ed R 17 e dal potenziometro R 23. Il ponte è alimentato su di una diagonale. Sull'altra diagonale è posto lo strumento di misura avente in serie una resistenza variabile con la portata scelta. Il potenziometro R 23 serve a bilanciare il ponte quando l'entrata risulta aperta, serve cioè a posizionare l'indice dello strumento sullo zero della scala. Se invece dobbiamo tarare la scala prevista per la misurazione delle resistenze, si procede cortocircuitando la corrispondente entrata e posizionando l'indice dello strumento a fondo scala.
Per la misurazione di tensioni continue esiste ai morsetti d'entrata

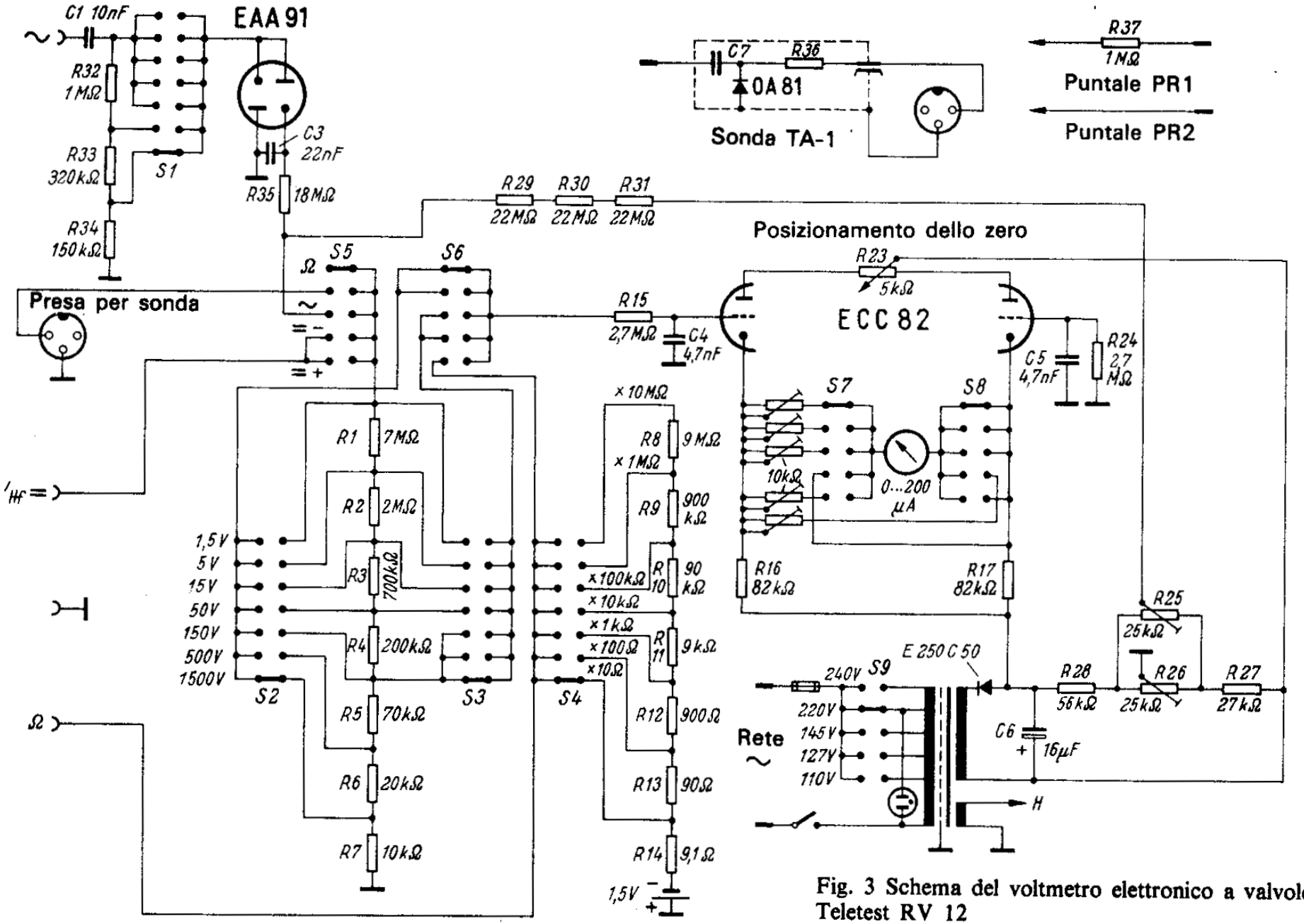


Fig. 3 Schema del voltmetro elettronico a valvole Teletest RV 12

il partitore di tensione formato dalle resistenze R 1 - R 7. In tal modo la resistenza interna, qualsiasi sia la portata, ha il valore costante di 10 MΩ, mentre lo strumento a bobina mobile assume, in corrispondenza ad ogni portata, un diverso valore di resistenza interna. Al crescere della portata soltanto una quota parte della tensione d'entrata viene prelevata mediante il commutatore S2, ed applicata alla griglia che pilota il triodo di sinistra attraverso la resistenza R 15. La tensione da misurare viene in tal modo a squilibrare il ponte precedentemente equilibrato. Come conseguenza di tale squilibrio lo strumento di misura subisce una deviazione proporzionale alla tensione incognita d'ingresso.
Le tensioni alternate raddrizzate dal doppio diodo EAA 91 vengono ugualmente applicate al partitore R 1 - R 7. All'entrata delle tensioni alternate è previsto un partitore di tensione formato dalla serie di resistenze R 32 - R 34 per cui in tal caso abbiamo una resistenza d'entrata che vale circa 1,5 MΩ.
Per la misurazione delle resistenze, la resistenza incognita viene posta in serie con una delle resistenze R 8 - R 14 e con una batteria da 1,5 V. La conseguente caduta di tensione che si verifica sul ponte viene rilevata su di una apposita scala dello strumento tarata in Ohm. Il voltmetro RV-12 è provvisto della sonda TA-1 (rappresentata nello schema), del puntale PR-1 per la misurazione delle tensioni e del puntale PR-2 per la misurazione delle resistenze. La sonda TA-1, dotata di una capacità d'ingresso di 5 pF, serve a misurare tensioni ad alta frequenza da 1 kHz fino a 250 MHz. In tal caso la tensione, raddrizzata dal diodo OA 81, viene applicata al partitore di tensione R 1 - R 7.
Come appare anche dallo schema, l'uso del voltmetro a valvole è estremamente semplice. I commutatori S1 - S4 sono posti coassialmente e servono ad impostare la portata desiderata. L'azionamento contemporaneo dei commutatori S5 - S8 imposta il tipo di misura da effettuarsi, come ad esempio: tensione continua con il polo positivo, od il negativo, di riferimento, tensione alternata e resistenza. Sono previste le seguenti portate: Tensione continua ed alternata: 0,01 - 1,5 V, 0 - 15 V, 0 - 50 V, 0 - 150 V, 0 - 500 V, 0 - 1500 V. Inoltre 0,03 - 4000 V picco-picco.

Resistenze: 0,2 - 50 Ω, 2 - 500 Ω, 20 - 5000 Ω, 200 - 50000 Ω, 2 - 500 kΩ, 0,02 - 5 MΩ, 0,2 - 50 MΩ.
Lo svantaggio del voltmetro a valvole consiste nel fatto che le valvole richiedono delle alte tensioni di funzionamento. Pertanto tali strumenti sono nella maggior parte provvisti di una sezione alimentatrice, che deve venire collegata alla rete.
Il voltmetro a transistori è invece indipendente dalla rete poiché l'alimentazione viene fornita da batterie incorporate nello strumento stesso. Mancando del collegamento alla rete, il lavoro con il voltmetro a transistori ha il vantaggio di una maggior mobilità, e ciò è molto utile se si devono riparare ricevitori presso i clienti o nel caso che si debbano riparare radiogrammofoni molto voluminosi o che si debbano rilevare delle tensioni su impianti di amplificazione.

2.1.3 Voltmetri digitali

Tutti gli strumenti analogici hanno uno svantaggio, che consiste nell'impossibilità di apprezzare con esattezza piccole differenze di tensione. Per facilitare una più esatta lettura della scala, i migliori strumenti sono dotati di una finestrella sotto la quale è collocato uno specchietto; si potrà leggere l'esatto valore quando si saranno collimati l'indice dello strumento e la sua immagine nello specchietto. Anche con tale accorgimento è tuttavia facile incorrere in errori di misura, dovuti ad una non corretta posizione nel momento della lettura. Tali errori di parallasse, che caratterizzano la lettura degli strumenti analogici ad indice, non si riscontrano negli strumenti digitali, poiché in questi ultimi il valore della misura viene riportato in cifre. Le tensioni da misurare vengono confrontate od integrate mediante appositi dispositivi circuitali e vengono quindi indicate sotto forma digitale. In tal modo ogni misura, dopo un breve tempo di integrazione, può venir letta direttamente. Nella maggior parte dei casi, tali apparecchi sono equipaggiati con tubi indicatori a catodo freddo, che forniscono delle cifre luminescenti ben visibili. Inoltre vi è un posizionamento com-

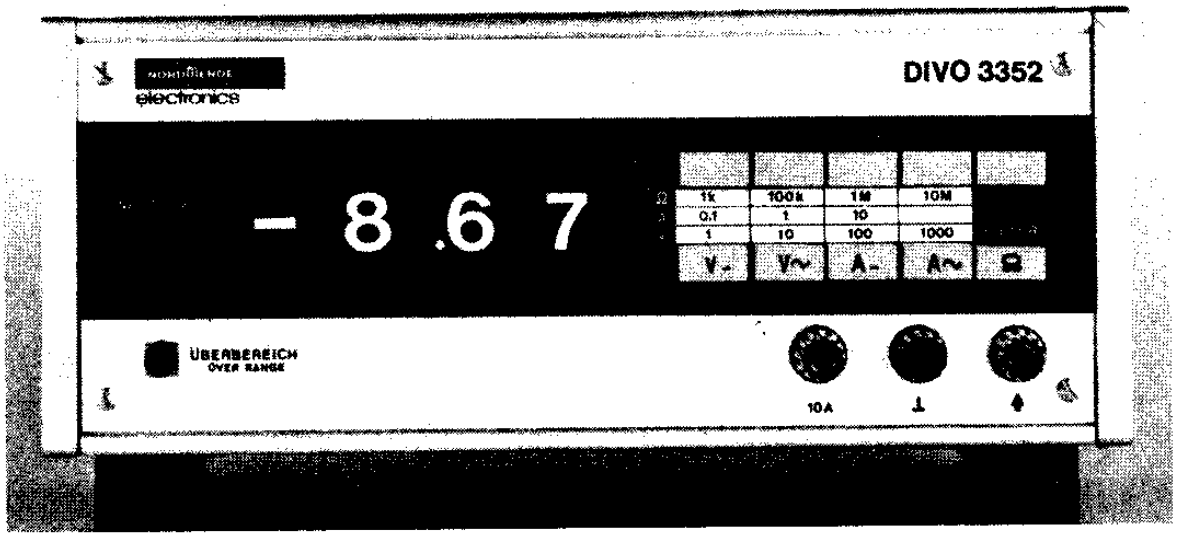


Fig. 4 Multimetro della Nordmende (Brema)

pletamente automatico del punto decimale. La precisione della misura risulta dunque sufficientemente buona su tutte le portate. Tali caratteristiche fanno sì che questi strumenti siano sempre più usati nei laboratori di riparazione e che vengano indicati come gli strumenti del futuro. Con essi, si possono determinare senza fatica anche le piccole differenze di potenziale che esistono tra l'emettitore e la base di un transistore, circostanza che risulta di notevole importanza per il tecnico. L'acquisto di un multimetro digitale è in ogni caso consigliabile al tecnico riparatore che possiede una attività continuativa. In fig. 4 è riportato il multimetro della Nordmende, il cui uso è particolarmente semplice.

2.2 Misurazioni su componenti attivi

Dovendo misurare, durante una riparazione, delle tensioni su di un circuito, si procede in primo luogo a verificare le singole tensioni di lavoro dei componenti attivi, in modo da essere in grado di individuare, tramite i valori misurati, il tipo di guasto intervenuto. Questa non è però una operazione facile, poiché nei moderni ricevitori vi è una intera serie di componenti attivi, che, sottoposti a

tensioni diverse, reagiscono in modo disparato. Si rende pertanto necessario parlare delle misurazioni che risultano più esatte a seconda dei diversi tipi di componenti attivi. La categoria più usata di componenti attivi è rappresentata dalla grande famiglia dei transistori pnp e npn e dei transistori ad effetto di campo. Anche gli IC stanno assumendo una grande importanza. D'altra parte bisogna riparare anche i ricevitori che funzionano ancora a valvole. Descriveremo pertanto le misurazioni che si possono fare su tali tipi di componenti in modo da permettere la riparazione sia dei più recenti che dei meno recenti ricevitori.

2.2.1 Misure su transistori pnp

Il tipo di transistore che per primo venne impiegato nella tecnica dei ricevitori è il transistore pnp. Di conseguenza, questo è il tipo che si può trovare più frequentemente nei ricevitori radio. Inizieremo dunque da esso la nostra trattazione sulle misure.
Per lavorare come amplificatore, il transistore pnp ha bisogno di tre diverse tensioni di esercizio. Tra base e emettitore deve esservi una piccola differenza di potenziale, dell'ordine di circa 0,1 - 0,3 V, mentre al collettore deve essere presente una elevata tensione negativa rispetto alla base e all'emettitore.

> *Se come riferimento viene preso l'emettitore, dovrà essere applicata alla base una piccola tensione negativa, mentre al collettore sarà applicata una tensione negativa più elevata.*

La fig. 5 visualizza chiaramente quanto detto. L'applicazione delle tensioni di lavoro può venir effettuata in due diversi modi. Si può applicare una tensione negativa più elevata al collettore oppure possono essere applicate due tensione positive più elevate alla base e all'emettitore. Nel primo caso, viene posto a massa il polo positivo della sorgente, mentre nel secondo caso viene posto a massa il polo negativo. Nell'applicare lo strumento, bisogna fare attenzione alla sua polarità, in modo da inserirlo correttamente.

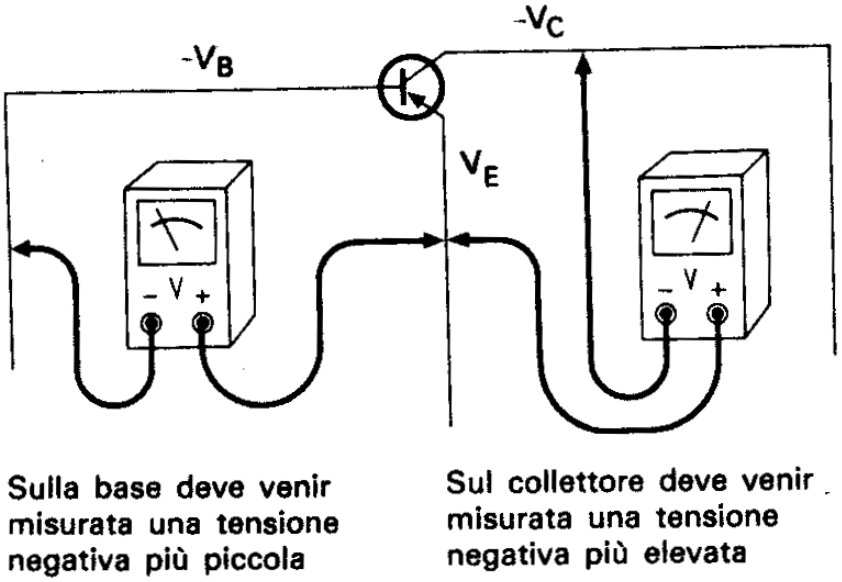


Fig. 5 Misura delle tensioni su di un transistore pnp

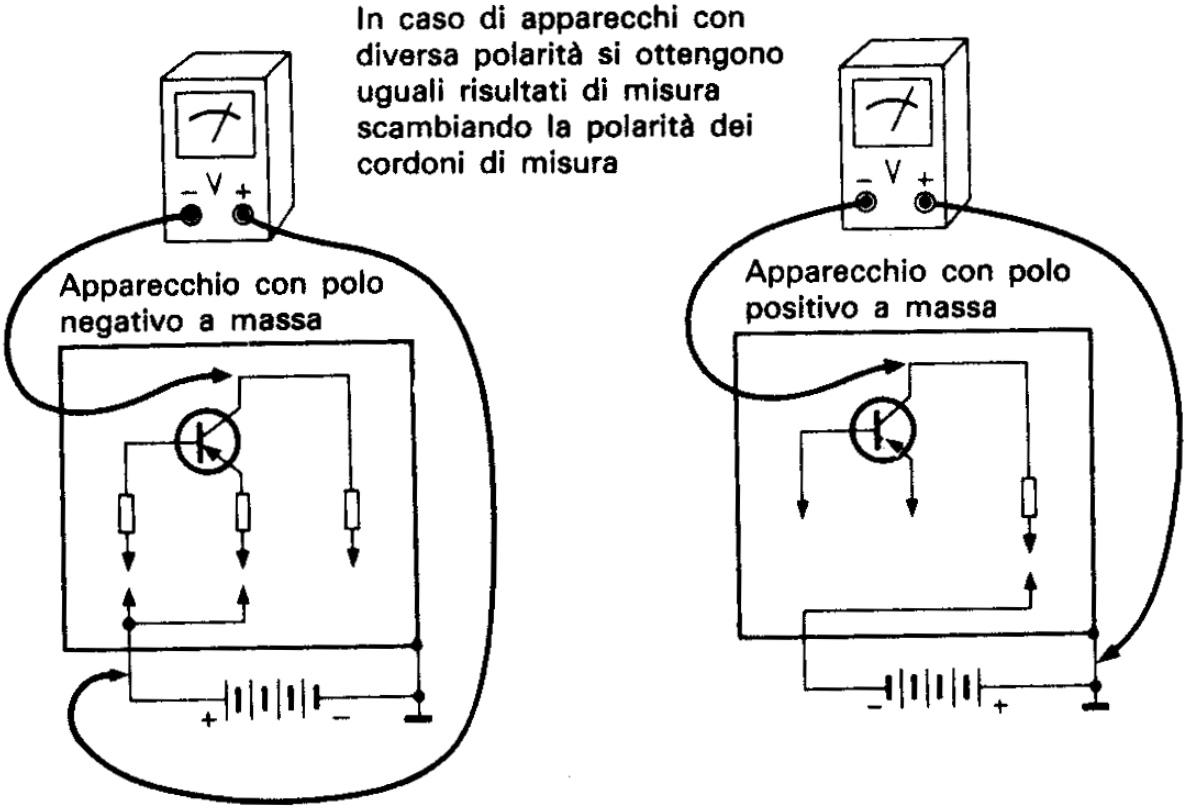


Fig. 6 Negli apparecchi sia con polo positivo che negativo a massa si ottengono uguali risultati collegando in modo diverso i puntali dello strumento

Purtroppo i costruttori, quando riportano sugli schemi dei dati di tensione, partono da presupposti diversi; può infatti succedere che i dati di tensione siano stati rilevati talvolta tra il polo negativo dello strumento e la massa, in altri casi tra emettitore e collettore e in altri ancora tra il polo positivo e la massa. Tale fatto può tur-

bare l'operazione di ricerca dei guasti. Il tecnico, prima di iniziare la ricerca del guasto, non deve necessariamente comprendere minuziosamente i dati di tensione riportati nello schema. Nella riparazione di un qualsiasi apparecchio, i lavori devono procedere secondo una certa routine, cioè con regolarità. A tale scopo è necessario che durante le operazioni di misura lo strumento sia sempre collegato o al polo negativo o al polo positivo. In fig. 6 si può vedere come si possono rilevare i medesimi risultati di misura anche con diversa applicazione del polo positivo dello strumento. Normalmente gli strumenti digitali di misura riconoscono automaticamente la polarità indicandola esternamente. In tal modo viene facilitato il riconoscimento del valore di tensione. Quasi tutti gli strumenti analogici di pregio possiedono un invertitore di polarità, il quale permette di scambiare la polarità dei morsetti dello strumento senza dover scambiare fra loro i puntali di misura, quando, assieme a misurazioni su transistori, si devono fare contemporaneamente misurazioni su valvole. Mediante la diversa applicazione del polo positivo dello strumento, i risultati della misurazione possono venire ottenuti, qualunque sia il collegamento della batteria, riscontrando in entrambi i casi la tensione più elevata sul collettore. In tal modo il lavoro viene facilitato, poiché nella ricerca dei guasti non è necessario fare delle riflessioni in proposito. Quando si opera con ricevitori con il polo positivo a massa, anche il polo positivo dello strumento di misura deve venir collegato a massa. Operando con ricevitori con il polo negativo a massa, il polo positivo dello strumento deve venir collegato al polo positivo dell'alimentazione.

Se subito dopo la batteria, il cui polo negativo è posto a massa, si trova una resistenza sul conduttore positivo, è consigliabile, in caso di misurazioni che non riguardano lo stadio finale, collegare lo strumento subito dopo tale resistenza. Se non si procede in tal modo può talvolta succedere che la caduta variabile di tensione su tale resistenza conduca a delle errate determinazioni delle cadute di tensioni, di per sé stesse già basse, sugli stadi considerati.

2.2.2 Verifiche su transistori pnp nel circuito

Ci sono ben due motivi per controllare, se è possibile, i transistori nel circuito. In primo luogo con l'esame nel circuito si può controllare se il transistore è guasto o, in caso contrario, su quale ramo del circuito ricercare il guasto. In secondo luogo si evita in tal modo lo spreco di tempo necessario per la dissaldatura e la seguente saldatura. Ci sono diversi metodi per controllare i transistori pnp direttamente nel circuito. Essi sono però tutti basati sul fatto che, ad una diminuzione della differenza di potenziale tra base ed emettitore, deve corrispondere una diminuzione della corrente di collettore. Tenendo inoltre presente la legge Ohm, che lega tra loro corrente e tensione, si dovrà verificare anche un innalzamento della tensione di collettore. La maniera più semplice per effettuare tale controllo è di misurare la tensione sul collettore e poi cortocircuitare la base con l'emettitore. Così facendo deve verificarsi un aumento della tensione di collettore, poiché il cortocircuito interdice completamente la corrente di collettore. Di conseguenza sulla resistenza di collettore non vi sarà differenza di potenziale (vedi fig. 7).
Un ulteriore metodo consiste nel misurare la tensione di emettitore e poi cortocircuitare la base. In tal caso la tensione di emettitore deve ridursi ad un valore minimo poiché viene fortemente interdetta la corrente di collettore, la quale scorre pure sull'emettitore (vedi fig. 8).
Un terzo metodo consiste nel porre in parallelo alla resistenza R1 del partitore una resistenza di ugual valore; in tal caso il valore della tensione di emettitore deve all'incirca dimezzarsi (vedi fig. 9).
Ritornando al primo metodo si può notare che il cortocircuito tra la base e l'emettitore può venire facilmente ottenuto usando un cacciavite. In fig. 10 si può vedere come in pratica venga svolta tale operazione. Con il cacciavite in una mano si provoca il cortocircuito e con il puntale dello strumento nell'altra mano si misura la tensione di collettore. Questo è il metodo di controllo più usato.

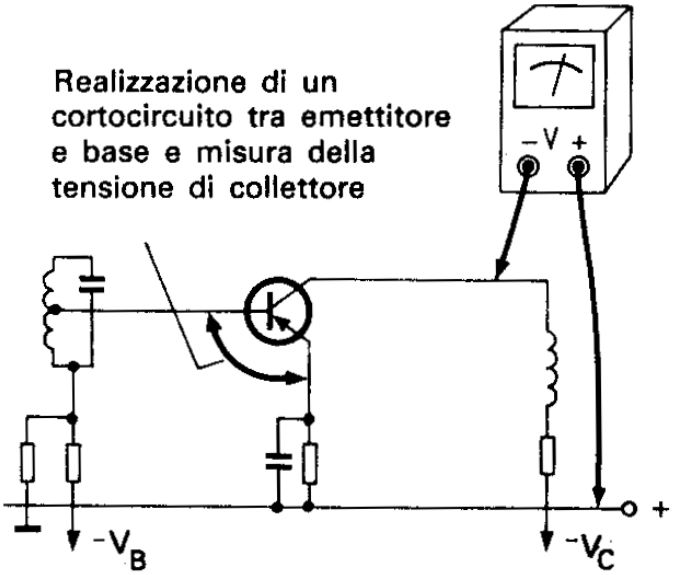


Fig. 7 Verifica di un transistore pnp inserito in un circuito, effettuata cortocircuitando la base con l'emettitore e misurando la tensione di collettore

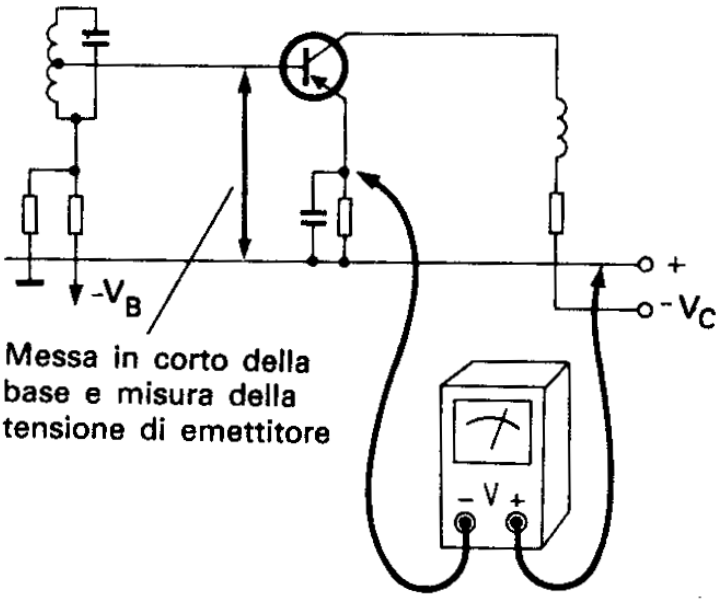


Fig. 8 Verifica di un transistore pnp inserito in un circuito, effettuata cortocircuitando la base e misurando la tensione di emettitore

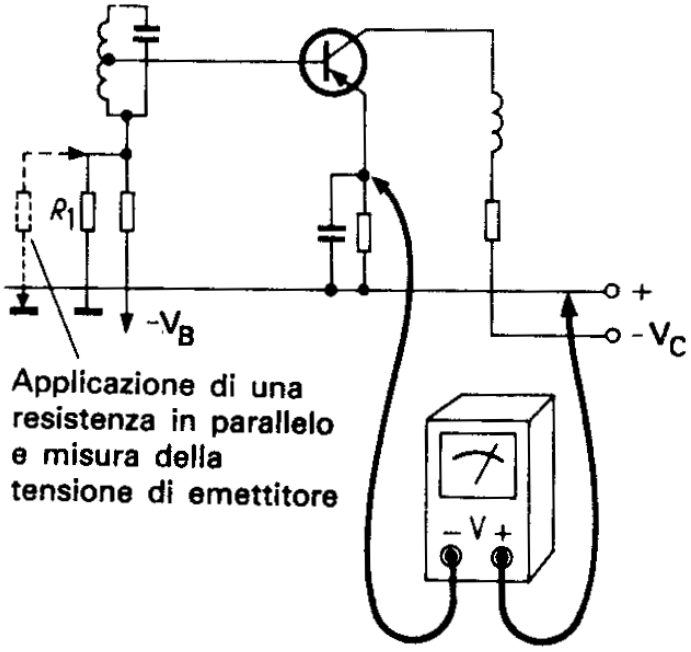


Fig. 9 Verifica di un transistore pnp inserito in un circuito, effettuata collegando una opportuna resistenza in parallelo alla resistenza R_1 di polarizzazione e misurando la tensione di emettitore

Fig. 10 Esecuzione pratica della verifica di un transistore inserito in un circuito

2.2.3 Misure su transistori npn

Il transistore npn è, in certo senso, l'inverso del transistore pnp. Dovremo pertanto invertire le tensioni applicate. Nel caso dei transistori npn si può dunque affermare che:

> *Prendendo come riferimento l'emettitore, sulla base verrà applicata una tensione leggermente più positiva, mentre sul collettore verrà applicata una più elevata tensione positiva.*

In fig. 11 è illustrato il procedimento di misura delle tensioni su un transistore npn.

Il materiale prevalentemente usato in tali tipi di transistori è il silicio. In tal caso la tensione tra base ed emettitore può raggiungere il valore di circa 0,6 V. Per transistori al germanio tale tensione è circa la metà.

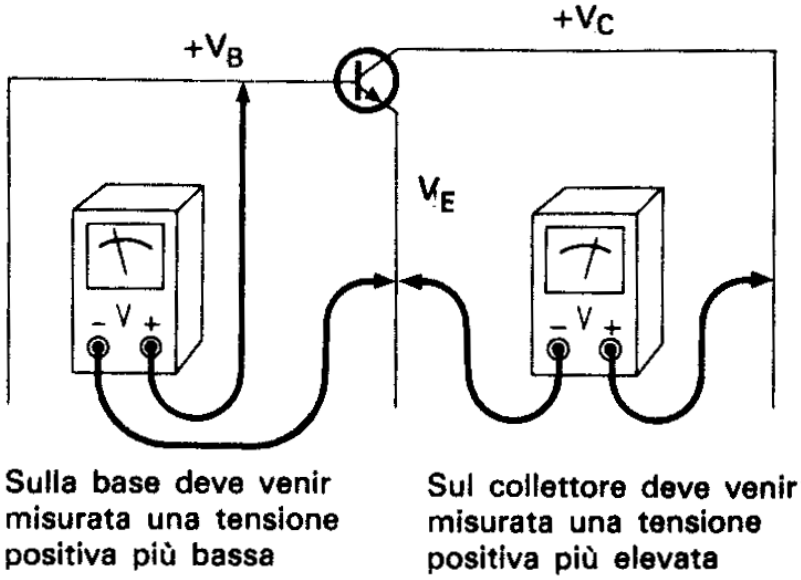


Fig. 11 Misura delle tensioni su di un transistore npn

2.2.4 Misure su stadi complementari a transistori

Negli stadi finali vengono prevalentemente usate combinazioni di transistori npn e pnp. Se una tensione di comando innalza la corrente di collettore del transistore pnp, allo stesso tempo tale tensione abbassa la corrente di collettore del transistore npn. Tale tipo di stadio finale complementare viene prevalentemente usato nell'amplificazione di potenza. Essendo i due transistori collegati tra di loro in modo da avere uguale tensione sui due emettitori, appare difficile a prima vista misurare le tensioni. È tuttavia possibile effettuare le misure tramite delle semplici regole fondamentali. In fig. 12 è rappresentato lo schema di principio di uno stadio

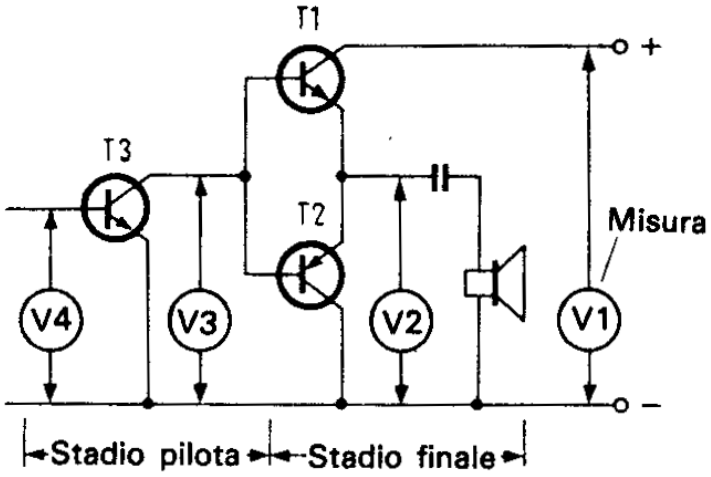


Fig. 12 Misura delle tensioni su di uno stadio finale complementare con relativo stadio pilota

finale composto da uno stadio (pilota) e da due transistori complementari.
Mediante 4 misure si possono determinare le tensioni necessarie per verificare l'assetto del circuito:

I misura: con tale misura si verifica il livello della tensione totale. Si misura cioè la tensione applicata tra i due collettori della coppia complementare.

II misura: si misura la tensione di emettitore comune ad entrambi i transistori complementari. Con tale misura vengono implicitamente determinate altre due tensioni di lavoro: dalla differenza fra la misura I e la misura II possono essere infatti determinate (a parte il segno) le tensioni di collettore di entrambi i transistori complementari.

III misura: con tale misura si possono ugualmente determinare due tensioni. Il risultato della differenza fra la misura II e la misura III porge infatti la tensione tra emettitore e base dei due transistori complementari. La misura III porge inoltre direttamente la tensione di collettore del transistore (pilota) T3.

IV misura: si determina la tensione di base del transistore T3.

Data la disposizione dei transistori non è necessario cambiare la polarità dello strumento durante le quattro misure. Per non perdere il filo del ragionamento si raccomanda di prendere immediatamente nota dei risultati di misura e di ricavare in un secondo momento i valori di tensione derivati.

2.2.5 Misure su transistori ad effetto di campo

I transistori ad effetto di campo (FET) presentano degli enormi vantaggi rispetto ai tradizionali transistori. Per questo essi vengono sempre più usati nei ricevitori. I loro vantaggi sono più evidenti negli stadi amplificatori ad alta frequenza: non abbisognano di un comando di potenza, possiedono una elevata resistenza interna ed un basso fattore di rumore e di distorsione. In modo del

tutto generale si possono distinguere due tipi di transistori ad effetto di campo:

1° transistori ad effetto di campo a giunzione
2° transistori ad effetto di campo a gate isolato (MOSFET = Metal-Oxid-Semiconductor-Field-Effect-Transistor).

La denominazione degli elettrodi è diversa da quella dei transistori bipolari. L'elettrodo di comando si chiama gate, l'elettrodo corrispondente all'emettitore si chiama source, mentre quello corrispondente al collettore si chiama drain. Non abbisognando di un comando di potenza, il comportamento del gate si avvicina molto di più al comportamento della griglia di una valvola che non al comportamento della base di un transistore. Le tensioni applicate al drain ed al gate sono di segno opposto. Possiamo pertanto affermare che:

Prendendo come riferimento il source, al gate deve venire applicata una piccola tensione negativa mentre al drain deve venire applicata una tensione positiva molto più elevata.

Esistono FET tipo p e FET tipo n. Per quest'ultimo bisogna rovesciare i segni di polarizzazione. In fig. 13 è rappresentato lo schema del collegamento di un transistore effetto di campo a giunzione di tipo p con le corrispondenti polarità dello strumento di misura.

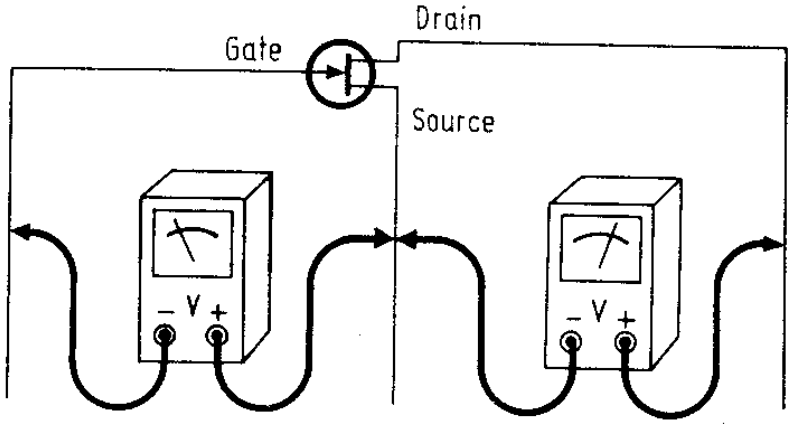


Fig. 13 Misura delle tensioni su transistore a effetto di campo

Sul Gate deve venir misurata una tensione negativa più bassa

Sul Drain deve venir misurata una tensione positiva più elevata

2.2.6 *Misure su circuiti integrati*

I circuiti integrati si presentano al riparatore come singoli componenti sebbene, visti sotto l'aspetto circuitale, essi racchiudano in sè diverse funzioni. Nei ricevitori radio svolgono le funzioni di amplificatori di tensioni o correnti e contemporaneamente di demodulatori e stadi di mescolamento. Il notevole vantaggio degli IC è rappresentato dal fatto che, senza elevare notevolmente i costi, vengono ricavati su di un comune substrato di piccole dimensioni un gran numero di transistori, diodi, condensatori e resistenze in una configurazione circuitale atta ad esplicare una intera funzione operativa. Poiché la realizzazione dei transistori in un IC è molto semplice, vengono prevalentemente preferiti stadi amplificatori differenziali, che richiedono molti transistori e molti diodi, mentre non abbisognano di molti condensatori e resistenze. I singoli stadi vengono in un secondo tempo accoppiati fra di loro. Con dei diodi o delle catene di diodi funzionanti nel senso di conduzione, si provvede a fornire le giuste tensioni alle basi ed i giusti livelli di tensioni continue.
Sono molto frequenti gli amplificatori integrati funzionanti secondo lo schema Darlington che risulta adatto ad essere realizzato mediante tale tecnica. In tale circuito vengono collegati in cascata due o più transistori, come indicato in fig. 14. La resistenza interna fra base ed emettitore del transistore T2 serve da resistenza d'emettitore del primo transistore, il quale lavora come inseguitore catodico. Un segnale applicato alla base del primo transistore viene ulteriormente amplificato dal secondo

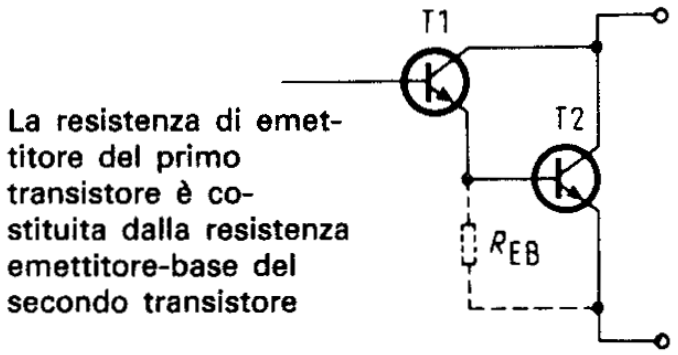


Fig. 14 Schema di un circuito Darlington a due transistori

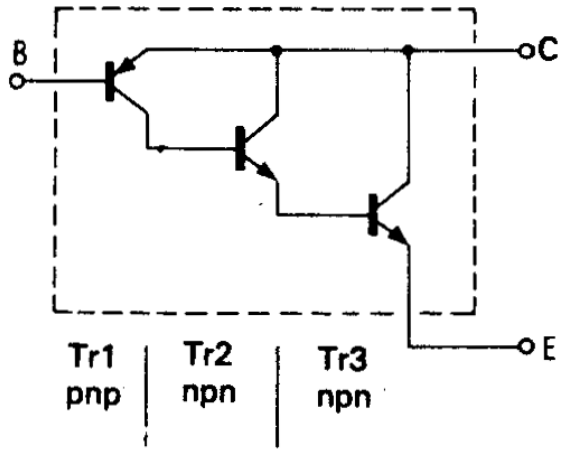


Fig. 15 Amplificatore integrato consistente in un Darlington a tre transistori

transistore. Tale principio della cascata può venire applicato anche a tre o più transistori. Un segnale applicato viene amplificato da ogni singolo transistore. L'amplificazione di corrente ottenuta mediante un amplificatore Darlington a tre stadi vale:

$$\beta_{totale} = \beta_1 \cdot (1 + \beta_2) \cdot (1 + \beta_3)$$

Con poca spesa si può dunque ottenere una elevata amplificazione di corrente. Caratteristica di un tale circuito è una elevata impedenza d'ingresso accompagnata da una bassa impedenza d'uscita. In fig. 15 è riportato il circuito integrato di un Darlington formato da tre transistori.

Per il tecnico riparatore, è importante sapere che è possibile far lavorare i transistori integrati applicando all'IC soltanto una tensione. Dato che ancora non è possibile integrare tutti i componenti passivi, gli IC possiedono una serie di piedini ai quali vengono collegati i componenti non integrabili. Si tratta di componenti, come ad esempio condensatori o bobine o resistenze, i quali servono a realizzare controaccoppiamenti, regolazioni di tono e di volume, selezioni, filtri ed attenuazioni. Per il riparatore è importante determinare a quale piedino dell'IC deve venire applicato il segnale ed inoltre su quale piedino si preleva il segnale amplificato (od eventualmente demodulato). Risulta poi necessario accertare quali funzioni hanno gli altri piedini dell'IC che sono collegati. L'analisi della tensione sugli IC risulta poi relativamente facile. Tenendo presente che negli IC lavora una intera serie di transistori collegati

in diverse maniere, si effettuano le misure di tensione arrivando in caso di scostamento dai valori nominali a conclusioni analoghe a quelle del singolo transistore. La sostanziale differenza tra il circuito tradizionale a transistori e il circuito integrato è però rappresentata dal fatto che non è possibile intervenire all'interno di quest'ultimo. Pertanto, in caso di guasto, l'IC deve venire sostituito. In fig. 15 si può vedere che l'amplificatore Darlington a tre stadi integrati può venir considerato dal punto di vista tecnico della riparazione come un transistore dotato dei soliti tre terminali, base-collettore-emettitore. Le considerazioni che si possono dunque fare durante la riparazione di un tale circuito corrispondono perfettamente a quelle fatte nel caso del controllo di un transistore. Può succedere però che, a differenza del caso di un singolo transistore, in un IC la funzione esplicata da un singolo transistore presenti delle anomalie pur risultando perfettamente funzionanti gli altri transistori. In tal caso l'IC è ugualmente da sostituire.

2.2.7 Misure su valvole

Verrà mostrato un esempio di analisi di tensione servendosi dello schema di uno stadio finale realizzato con la valvola EL 84. In fig.

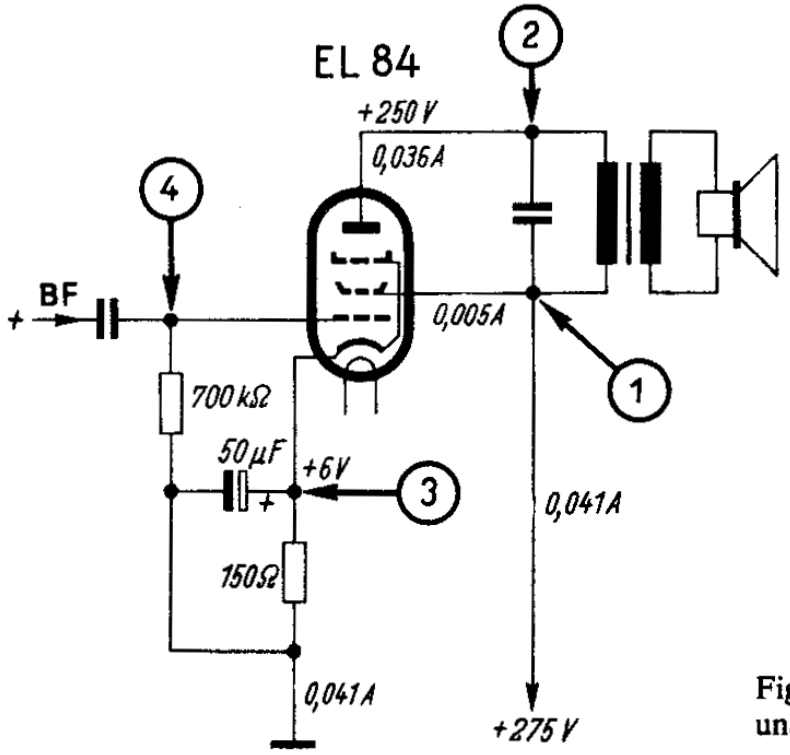


Fig. 16 Misura delle tensioni su di una valvola

16 sono riportate le misure necessarie. Le quattro misure di tensione indicate con cerchio e freccia danno un quadro completo dello stadio e dello stato della valvola. Sulla griglia schermo, punto (1), è applicata tutta la tensione di funzionamento di 275 V. Il trasformatore d'uscita provoca, tramite la sua resistenza ohmica, una caduta di tensione di 25 V. All'anodo sono pertanto applicati 250 V. La corrente totale impone sulla resistenza catodica di 150 Ω una caduta di tensione di 6 V. Il punto (3) assume dunque un valore di tensione di 6 V positivi rispetto al telaio. Sul punto (4) non deve esserci tensione. In caso contrario vi è un guasto dovuto o ad una scarsa resistenza di isolamento del condensatore che accoppia lo stadio precedente o ad una riduzione del vuoto nel tubo. Tale fatto origina una corrente di griglia comportando una caduta di tensione sulla sua resistenza di deviazione.
La mancanza di una caduta di tensione tra il punto (1) ed il punto (2) è dovuta ad un cortocircuito sul condensatore di blocco interposto oppure all'assenza di corrente anodica. In quest'ultimo caso al punto (3) non deve essere presente alcuna tensione poiché, se non fluisce corrente sulla resistenza catodica, su di essa non potrà esservi alcuna caduta di tensione. Se la tensione al punto (2) è sensibilmente più elevata di 250 V, ciò significa che è diminuita la capacità di emissione del catodo, causando una caduta di potenziale minore di 25 V. Può però anche succedere che si sia elevata la resistenza catodica provocando un innalzamento della tensione sul punto (3). Modulando completamente la valvola non dovrebbero verificarsi variazioni di tensione sul punto (3) poiché alla loro soppressione dovrebbe provvedere il condensatore passante di 50 μF. In caso contrario la causa è da ricercarsi — sempre che la valvola non sia saturata — in un basso valore del condensatore passante o in una sua interdizione.

3 Analisi di corrente

L'analisi di tensione consiste nel misurare le tensioni in diversi punti del ricevitore semplicemente rilevando delle differenze di potenziale causate da resistenze. Un metodo più diretto è però quello di misurare le correnti che hanno provocato quelle cadute di tensione. Le misurazioni di corrente presentano inoltre il vantaggio di non influenzare considerevolmente l'andamento delle tensioni e delle correnti data la bassa resistenza dello strumento misuratore. Con tale metodo si può dunque ottenere un quadro più esatto della situazione. Una complicazione non indifferente è però rappresentata dal fatto che, per effettuare la misura, deve venir interrotto il collegamento comportando con ciò un notevole aumento del lavoro e del tempo necessario per la localizzazione del guasto. Tale metodo sarà dunque usato soltanto nel caso in cui diverse circostanze concomitanti impediscono di ricavare un chiaro quadro dell'andamento delle tensioni, oppure quando si riescono a trarre soltanto delle conclusioni dubbie. Da tale punto di vista, l'analisi della corrente assume pertanto un'importanza limitata. La si può vantaggiosamente impiegare soltanto quando i collegamenti possono venire facilmente interrotti.

3.1 Misurazione della corrente totale

Tramite la misura della corrente totale ci si può rendere esattamente conto di come lavora uno stadio finale a transistori. Si inserisce un misuratore di corrente (milliamperometro) nel conduttore d'alimentazione dell'apparecchio da esaminare. In caso di apparecchi a batteria, lo strumento sarà inserito tra la batteria e la rete di distribuzione delle correnti. In caso di ricevitori alimentati dalla

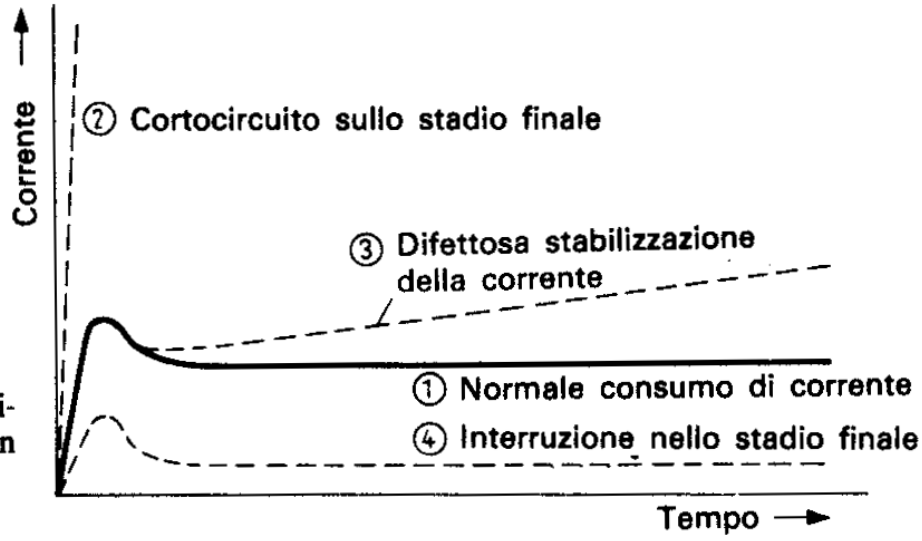


Fig. 17 Curve di assorbimento di corrente di un ricevitore a transistori

rete lo strumento verrà inserito tra il circuito di raddrizzamento della corrente alternata e la rete di distribuzione delle correnti. Il consumo di corrente più elevato in un ricevitore radio è dovuto allo stadio finale. I più rilevanti scostamenti dal valore nominale di corrente totale assorbita hanno pertanto origine principalmente nello stadio finale. È consigliabile dunque verificare l'andamento della corrente totale, in modo da riconoscere facilmente eventuali guasti interessanti lo stadio finale. In fig. 17 sono rappresentate in un diagramma le eventualità di un guasto. La curva con indice 1 mostra un normale consumo di corrente subito dopo l'accensione dell'apparecchio. Se esiste un cortocircuito sui transistori dello stadio finale la corrente salirà immediatamente al valore più elevato possibile, come indicato dalla curva 2. Se c'è una interruzione nel circuito dello stadio finale l'andamento della corrente nel tempo è rappresentato dalla curva 4. Nel caso che il consumo di corrente sia troppo basso ciò significa che non funziona lo stadio finale. Un lento aumento nel tempo della corrente, come indicato dalla curva 3, indica che nello stadio finale risulta difettosa la stabilizzazione di tensione.

Se infine lo strumento non rivela alcun assorbimento di corrente la causa è da ricercarsi nel collegamento all'alimentazione generale. Con una misura di corrente si può dunque determinare non soltanto il consumo del ricevitore, ma anche le condizioni di lavoro dello stadio finale. La misura dell'assorbimento totale di corrente

deve venire effettuata con la portata più elevata possibile dello strumento compatibilmente ad una buona lettura. Quanto più piccola infatti viene scelta la portata, tanto più grande è l'errore di misura, poiché sulle piccole portate è maggiore la caduta di tensione.

3.2 Regolazione della corrente permanente

Spesso per regolare la corrente permanente dello stadio finale viene effettuata un'altra misura. A tale scopo la maggior parte dei costruttori prevede nel circuito due punti di misura, ai quali si può facilmente creare un'interruzione. Inserendo lo strumento in tali punti e portando il volume al minimo si può regolare la corrente permanente fino a raggiungere il valore dato dal costruttore. Riscontrando valori della corrente permanente superiori a quelli dati dal costruttore si può concludere che esiste un guasto nello stadio finale.
Durante la ricerca dei guasti si possono effettuare altri tipi di analisi di corrente. Effettuando misurazioni di corrente su singoli stadi, lo strumento deve sempre venir collegato a monte dell'alimentazione dello stadio, in modo da non introdurvi la capacità disturbatrice dello strumento stesso. Misurando correnti di emettitore si deve tener conto del fatto che nel circuito viene introdotta la resistenza interna dello strumento. Ciò comporta uno spostamento del punto di lavoro del transistore con conseguente abbassamento della corrente di emettitore. Per ovviare in modo soddisfacente a tale influenza negativa, si dovrebbe inserire uno strumento dotato di resistenza interna la più bassa possibile. Un procedimento migliore è però quello di misurare la corrente di collettore e non quella di emettitore.

3.3 Analisi indiretta della corrente

Gli svantaggi derivanti dall'inserzione dello strumento di misura di corrente nel circuito si possono evitare misurando la caduta di

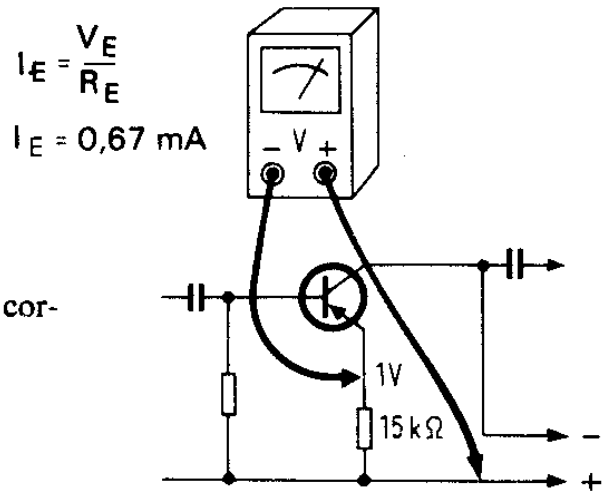


Fig. 18 Misura di tensione per determinare la corrente di emettitore

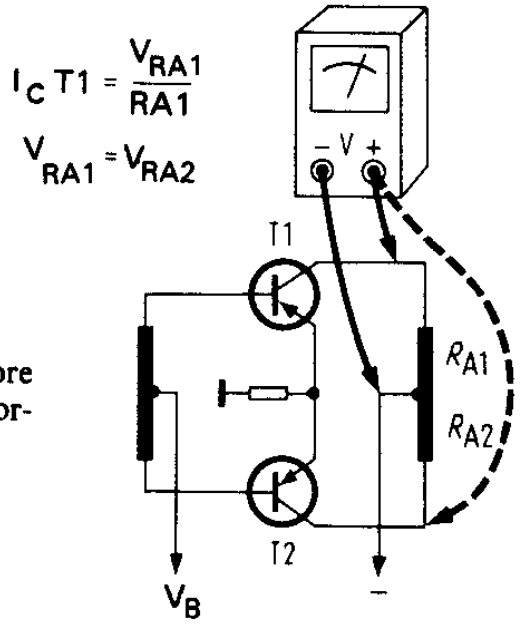


Fig. 19 Misure di tensione sul trasformatore d'uscita per verificare l'uguaglianza delle correnti di collettore

tensione su di una resistenza di valore noto. Si ricava poi facilmente mediante la legge di Ohm, il corrispondente valore di corrente.

Per calcolare dunque la corrente di emettitore senza interrompere il circuito, si effettua una misurazione di tensione sulla resistenza di emettitore e si applica la legge di Ohm (vedi fig. 18). Se ad esempio è presente alla resistenza di emettitore, del valore di 1,5 kΩ, una caduta di tensione di 1 V, sulla stessa scorre una corrente che secondo la legge di Ohm vale:

$$I_E = \frac{V}{R_E} = \frac{1}{1500} = 0{,}67 \text{ mA}$$

Si evita in tal modo una misura di corrente, ottenendo un esatto valore della stessa evitando di interrompere il circuito, cosa che potrebbe risultare complicata nel caso dei circuiti stampati. Negli stadi finali la corrente viene misurata dopo il trasformatore d'uscita (trasformatore in controfase), poiché ciò è previsto nella maggior parte dei casi dal costruttore (regolazione della corrente permanente). Risultando difficoltosa tale misurazione, si possono misurare le cadute di tensione sul trasformatore d'uscita (vedi fig. 19).

Questo tipo di misurazione su stadi finali in controfase presenta il vantaggio che, collegandosi alla presa centrale del primario del trasformatore, si possono confrontare tra loro le due correnti di collettore. Si può inoltre appurare se i due transistori in controfase lavorano in normale accoppiamento. Nel caso che la corrente di collettore di uno dei transistori superi del 50% quella dell'altro transistore, la coppia di transistori deve venir sostituita con una nuova.

4 Analisi di resistenza

Nella legge di Ohm tensione e corrente sono legate fra loro mediante la resistenza. Nella ricerca dei guasti si possono dunque effettuare, oltre a misurazioni di tensione e di corrente, misurazioni di resistenza. Il procedimento, detto analisi di resistenza, possiede alcuni vantaggi rispetto alle analisi di tensione e di corrente.

Mentre l'analisi di tensione e di corrente è limitata a quei punti che presentano un diverso potenziale rispetto al telaio, l'analisi di resistenza interessa qualsiasi collegamento. Infatti si possono esaminare anche quei conduttori e quei componenti passivi che durante il funzionamento sono interessati soltanto da alta o da bassa frequenza. L'esame sul circuito viene effettuato mentre lo stesso non sta lavorando. In tal modo non esiste il pericolo che i singoli componenti vengano distrutti durante la misurazione per un errore di effettuazione della stessa. Bobine e filtri possono inoltre venir esaminati senza dover procedere alla loro rimozione.

Nei vecchi circuiti a valvole si possono esaminare le caratteristiche di resistenza di interi stadi, agendo direttamente nel circuito, il che non è solitamente possibile sui circuiti odierni equipaggiati con IC e con transistori, a causa della bassa resistenza interna di tali componenti. In tali ultimi circuiti sono presenti delle resistenze in parallelo a transistori e IC, che hanno valori completamente diversi a seconda della polarità di inserimento dello strumento. Risulta quindi quasi impossibile effettuare delle misure esatte sul circuito.

Per misurare esattamente la resistenza di un singolo componente bisogna dissaldarlo parzialmente o totalmente dal circuito. *Pertanto l'analisi di resistenza viene effettuata, come nel caso dell'analisi di tensione, soltanto quando si deve definire più dettagliatamente il guasto e quando solo pochi componenti possono essere imputati dello stesso.*

4.1 Uno strumento per l'analisi di resistenza

Come misuratore di resistenza è da preferire un ohmetro tascabile a batterie. Risultando però semplice adibirlo contemporaneamente a misurazioni di correnti e tensioni continue, si costruiscono strumenti universali facilmente usabili che rendono possibili tutte le misure di tensione, corrente e resistenza. Per soddisfare ogni richiesta le misure di tensioni alternate vengono in tal caso sostituite con misure di resistenza.

In fig. 20 è riportato lo schema di un tale strumento. Azionando un unico commutatore, è possibile scegliere, fra nove possibilità, il tipo di misura e la portata:

Voltmetro: 10 V, 100 V, 1000 V.

Amperometro: 1 mA, 10 mA, 100 mA, 1000 mA.

Ohmetro: 1 kΩ, 1 MΩ.

Usando come indicatore un milliamperometro con scala 0 . . . 1 mA, le portate di tensione hanno una resistenza interna di 1000 Ω/V. Usando invece un microamperometro con scala 0 . . . 50 μA la resistenza interna è di 20000 Ω/V.

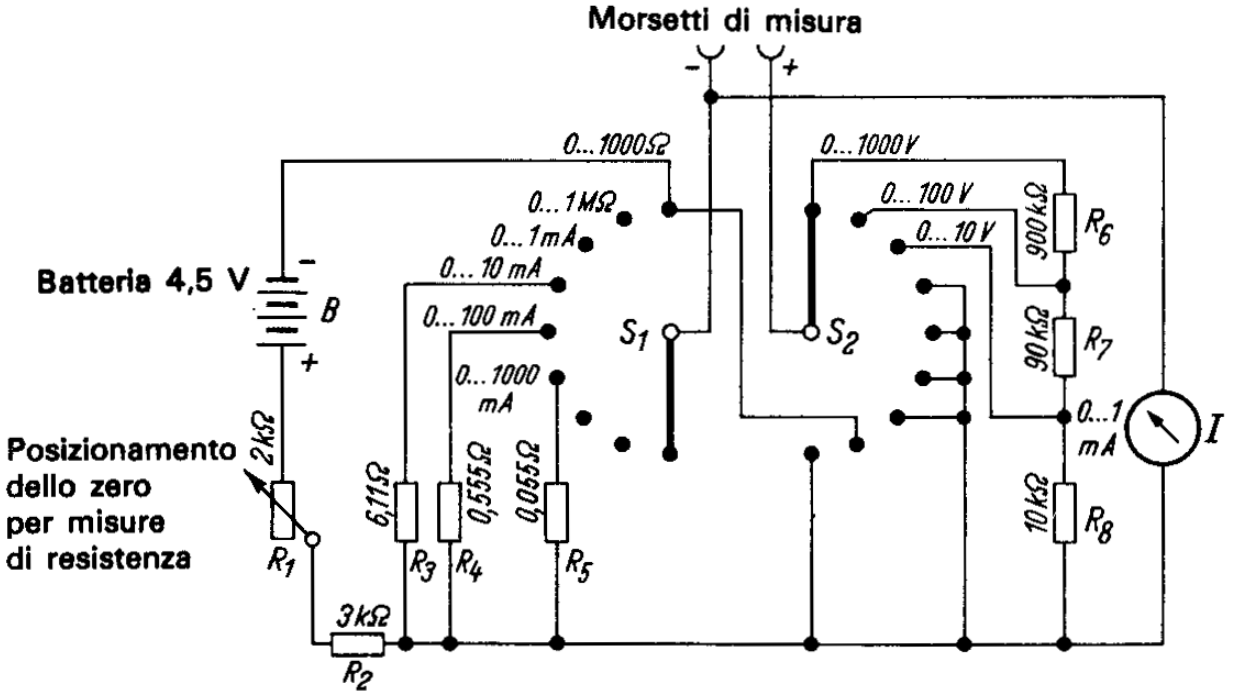


Fig. 20 Voltmetro, amperometro ed ohmetro con nove portate

I due commutatori S_1 ed S_2 a nove poli sono montati sul medesimo asse. Con tali commutatori, si possono inserire singolarmente o in serie tra i morsetti di misura e il milliamperometro I le resistenze da R_6 a R_8 dando origine in tal modo alle tre portate di tensione. Le portate di corrente invece si ottengono ponendo ciascuna delle resistenze R_3, R_4 ed R_5 in parallelo allo strumento. La determinazione del valore delle tre resistenze in parallelo avviene mediante una taratura, ponendo in serie lo strumento da tarare ed uno strumento campione. Quando sul circuito così predisposto scorre una corrente corrispondente al fondo-scala desiderato (corrente che ci è indicata dallo strumento campione) il fondo-scala dello strumento da tarare viene regolato variando il valore della resistenza in parallelo allo strumento stesso I.
Predispondendo la più alta portata di resistenza, in serie ai morsetti di misura vengono posti lo strumento I, le resistenze R_1 ed R_2 ed inoltre la batteria B. Cortocircuitando i morsetti di misura lo strumento I viene portato a fondo scala agendo sulla resistenza R_1. Tale fatto corrisponde a resistenza nulla tra i morsetti di misura. Inserendo ora fra i morsetti una resistenza, l'indicatore dello strumento devia. Abbiamo dunque che lo zero della scala delle resistenze corrisponde alla massima deviazione dello strumento. Le scale di resistenza e di corrente sono dunque di senso contrario.
Commutando sulla più piccola portata di resistenza, si chiude un altro circuito di corrente, interessante la batteria B, lo strumento I, le resistenze R_1 ed R_2. In tal caso i morsetti di misura sono in parallelo allo strumento I. Se ora colleghiamo una resistenza ai morsetti, essa costituirà una via ulteriore per la corrente, shuntandone una parte allo strumento I. Questo calo di corrente ci dà la misura della resistenza esterna collegata. In altre parole l'indicazione diminuisce al calare del valore della resistenza collegata. In conclusione la scala corrispondente alle piccole portate di resistenza è rovesciata rispetto a quella corrispondente alle grandi portate.
Lo strumento I ha dunque tre scale: una divisa in 100 parti per le portate di corrente e di tensione, due per le portate di resistenza.

Supponendo di avere a disposizione uno strumento con una scala divisa in 100 parti bisognerà tracciarvi anche le scale per le portate di resistenza. La taratura di tali scale viene facilmente effettuata ponendo ai morsetti di misura delle resistenze di valore noto o effettuando dei semplici calcoli.

Scan by Dan

5 Iniezione ed inseguimento del segnale

Tutti i procedimenti fino ad ora trattati riguardanti la ricerca dei guasti, tendevano a determinare se esistevano i presupposti necessari per un regolare funzionamento di un ricevitore radio. Esistono metodi completamente diversi che operano tramite sondaggi effettuati sull'apparecchio guasto in funzionamento. Tali metodi determinano da quale punto l'apparecchio è ancora funzionante oppure fino a quale punto (partendo dall'ingresso) esso è ancora in grado di funzionare. Il primo metodo consiste nell'iniettare un segnale di alta o bassa frequenza in determinati punti del ricevitore percorrendolo dall'uscita verso l'ingresso. Il secondo metodo consiste nell'iniettare un segnale all'ingresso del ricevitore e nell'esaminarlo durante il percorso tra ingresso ed uscita. Tali metodi sono rispettivamente chiamati: iniezione ed inseguimento del segnale. Con il loro aiuto si riesce a determinare in modo relativamente facile in quali stadi del ricevitore il segnale, correttamente trattato fino a quel punto, scompare o viene distorto, oppure viene inquinato da altre fonti indesiderate. Iniettando il segnale procedendo dall'uscita verso l'ingresso od inseguendo il segnale dall'ingresso verso l'uscita, si consegue l'obiettivo di localizzare il guasto in modo chiaro.

Tali metodi non permettono però di determinare esattamente il guasto. Per tale determinazione si deve procedere all'analisi di tensione, di corrente o di resistenza. Parimenti qualsiasi operazione di iniezione e di inseguimento del segnale deve essere preceduta da una misurazione di tensione, in modo da determinare se all'apparecchio arriva tensione, cioè se esso è in grado di lavorare.

I metodi di iniezione e di inseguimento del segnale permettono d'altra parte di determinare non soltanto se l'apparecchio lavora,

ma anche come lavora. Essi sono cioè in grado di verificare stadio per stadio se l'amplificazione corrisponde ai dati tecnici e se è priva di distorsione. Con tali metodi è dunque possibile un esame della qualità, esame che mediante misurazioni di tensioni o correnti o resistenze si può fare soltanto sul risultato finale costituito dall'emissione dell'altoparlante. Tali metodi si dimostrano ancor più efficaci nei moderni sistemi di costruzione compatta con IC, poiché un guasto può venir velocemente attribuito ad un blocco rappresentato da un unico componente del ricevitore. In tal caso il tempo dedicato alla ricerca dei guasti diminuisce enormemente.

5.1 Prova del dito

Il più semplice metodo di iniezione del segnale consiste nel toccare con un dito il « lato caldo » della regolazione del volume. Così facendo, dopo aver ruotato al massimo il comando stesso, sorge una debole tensione di disturbo nello stadio a bassa frequenza. Se questo stadio non è guasto, il disturbo viene riprodotto dall'altoparlante come un fruscio. Purtroppo un controllo di tale tipo ha un valore limitato. Non è possibile infatti verificare né l'amplificazione né la qualità del suono. Si può soltanto determinare in modo grossolano se l'amplificatore a bassa frequenza lascia o non lascia passare un segnale.
Nei vecchi ricevitori a valvole questo metodo conduce ai migliori risultati, poiché in tal caso la tensione di disturbo viene meglio amplificata essendo direttamente collegata all'elevata impedenza ohmica della griglia pilota, risultando pertanto meglio controllabile l'amplificazione. Dopo aver toccato la griglia della valvola finale, si toccano con un dito una dopo l'altra le griglie delle valvole degli stadi che la precedono. In tal modo si introduce nel ricevitore una tensione di disturbo che provoca sull'altoparlante un rumore la cui intensità aumenta man mano che la valvola toccata risulta più vicina all'ingresso. Se si tocca la griglia di una valvola posta prima del demodulatore, in genere si sente uno scricchiolio.

Nei ricevitori equipaggiati con IC e con transistori, la prova del dito assume una importanza poco rilevante a causa dei bassi valori di resistenza. In questi ricevitori essa deve venir limitata soltanto al comando di volume e si dimostra utile soltanto per escludere alcune cause di guasto.

5.2 Ricerca dei guasti mediante iniezione del segnale

Come estensione del metodo del dito si può iniettare in ben precisi punti dell'apparecchio da esaminare un segnale di bassa o di alta frequenza, oppure un segnale di alta frequenza modulato con una bassa frequenza. Normalmente si inietta un segnale di bassa frequenza nel tratto che va dall'uscita del ricevitore (cioè dall'altoparlante) fino all'uscita del demodulatore (cioè fino all'ingresso). All'ingresso del demodulatore si inietta un segnale di bassa frequenza oppure un segnale di alta frequenza modulato con uno di bassa. In tutti gli stadi precedenti si inietta un segnale ad alta frequenza modulato. A rivelare il fatto che un segnale iniettato venga elaborato nel ricevitore è sufficiente l'altoparlante del ricevitore stesso, meglio ancora accoppiandovi un misuratore di uscita. Usando infatti tale strumento si riesce non soltanto ad indagare se il segnale di uscita è distorto, ma si ottiene anche una indicazione numerica che ci rivela se il livello di amplificazione corrisponde al punto di iniezione del segnale. Conducendo l'esame con il misuratore d'uscita, oltre che ad un risultato di tipo qualitativo, si ottiene dunque anche un complemento quantitativo.
Oltre ad essere metodica, la ricerca dei guasti deve pure essere razionale. Nello sviluppo della tecnica della riparazione sono state formulate delle regole fondamentali per la ricerca dei guasti, che, col tempo, sono state adattate ai mutamenti del progresso tecnico. Ha ad esempio validità la regola fondamentale che dice:

> *Nell'operazione della ricerca dei guasti lo schema deve venir diviso in singoli blocchi di riparazione.*

Il numero dei blocchi dipende dalla dimensione e dalla strut-

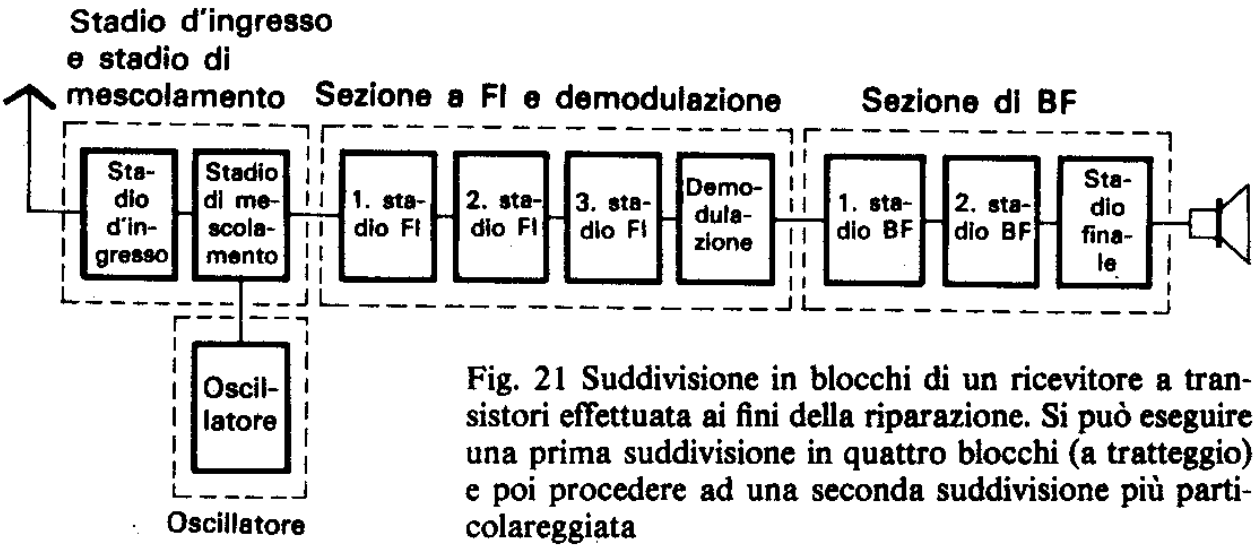


Fig. 21 Suddivisione in blocchi di un ricevitore a transistori effettuata ai fini della riparazione. Si può eseguire una prima suddivisione in quattro blocchi (a tratteggio) e poi procedere ad una seconda suddivisione più particolareggiata

tura del circuito. Ad esempio in fig. 21 è rappresentato un ricevitore a transistori suddiviso in 10 blocchi. Il medesimo ricevitore però, in fase di ricerca del guasto può essere anche suddiviso in quattro blocchi e poi, dopo aver individuato il guasto in uno di questi quattro blocchi, si ricorre ad una ulteriore suddivisione. In tal modo il guasto viene dapprima associato ad una grande parte del circuito ed in un secondo tempo ad una parte più limitata dello stesso. Risulta in tal modo più facilitata la sua ricerca. In figura la suddivisione in 4 blocchi è rappresentata a tratteggio. L'ulteriore suddivisione ha luogo entro tali blocchi. Questo metodo della doppia suddivisione si adatta molto bene specialmente ai ricevitori a transistori i quali normalmente sono dotati di molti stadi. Nei ricevitori equipaggiati con IC non è necessaria una suddivisione dettagliata poiché il numero dei componenti è molto più basso. In fig. 22 è rappresentato un ricevitore a IC suddiviso in tre blocchi di riparazione.

È bene che il principiante poco esperto esamini sistematicamente la funzione dei singoli blocchi. A mano a mano che acquisterà esperienza, egli saprà stabilire con discreta sicurezza fin dal principio il blocco sospetto. Il metodo più adatto alla determinazione del buon funzionamento di un singolo blocco è l'iniezione del segnale. Con tale metodo si controlla se il segnale viene elaborato od amplificato a seconda delle funzioni dei singoli blocchi dell'apparecchio.

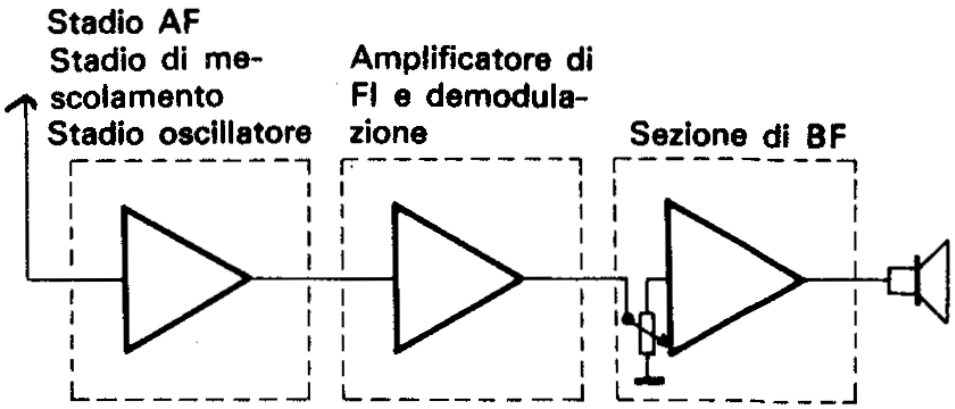


Fig. 22 Suddivisione in blocchi di un ricevitore con circuiti integrati effettuata ai fini della riparazione

5.3 Iniezione del segnale con multivibratore

La verifica mediante iniezione del segnale si può condurre molto semplicemente mediante un oscillatore costituito da un multivibratore. Due transistori opportunamente accoppiati sono scambievolmente ed alternativamente indotti ad oscillare, generando delle oscillazioni rettangolari, la cui scomposizione dà luogo ad una oscillazione fondamentale sinusoidale e ad un gran numero di armoniche di ampiezza elevata. Se l'oscillazione fondamentale si trova nel campo acustico (circa tra 1 e 2 kHz) sono pure presenti armoniche di ampiezza elevata in tutte le gamme d'onda fino al campo delle onde ultracorte.
Con un tale segnale è possibile esaminare un ricevitore senza dover tener conto del fatto che, di volta in volta, ciascun punto richiede alta o bassa frequenza. Non occorre inoltre tener conto se si tratta di circuiti risonanti, poiché il segnale contiene ogni frequenza necessaria. Lavorare con il multivibratore facilita dunque la ricerca dei guasti poiché non è necessario prestare attenzione al tipo di oscillazione generato. Nella ricerca del guasto vengono verificati i singoli blocchi, cominciando dallo stadio finale e procedendo all'indietro in direzione dell'entrata, accertando con l'orecchio se le frequenze generate dal multivibratore vengono trasformate in oscillazioni sonore dall'altoparlante dell'apparecchio da riparare. Come punti d'iniezione sono a disposizione di volta in

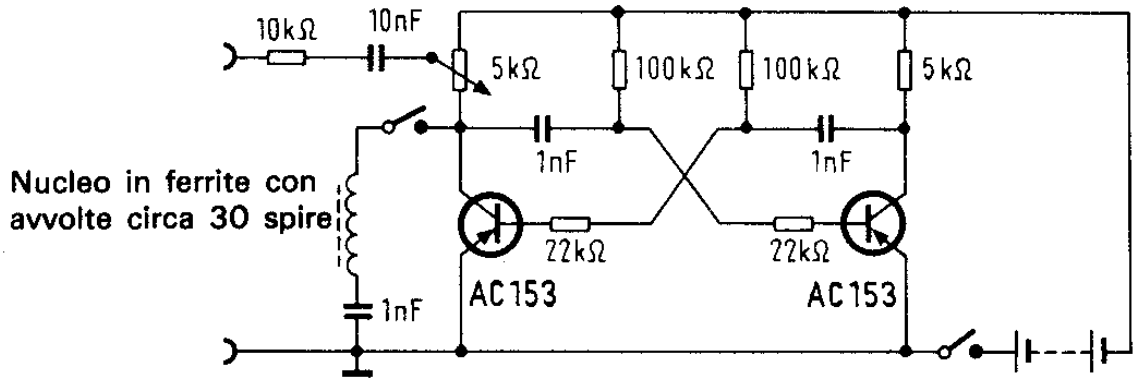


Fig. 23 Schema di multivibratore dotato di commutazione per uscita induttiva

volta le basi dei transistori o i corrispondenti ingressi degli IC. Si accerta così, procedendo di blocco in blocco, se il segnale arriva all'altoparlante. Se un segnale da un certo punto non è più udibile, la ricerca del guasto continua procedendo da tale punto.

Il multivibratore è adatto a rintracciare, con poca spesa ed in poco tempo, il blocco o lo stadio guasto.

Nel caso che non funzioni l'oscillatore dell'apparecchio da riparare, il segnale iniettato a monte dello stadio di mescolamento è, nonostante ciò, ancora udibile nell'altoparlante, poiché la frequenza intermedia è contenuta anche nella tensione rettangolare del multivibratore, mentre non è presente nel ricevitore in caso di guasto dell'oscillatore. L'esame viene particolarmente facilitato se il multivibratore ha la possibilità di iniettare il segnale per via induttiva.
L'indagine sullo stadio iniziale o sullo stadio di mescolamento può in tal caso venir effettuata avvicinando la bobina del multivibratore allo stadio, senza toccare i transistori. Il segnale verrà iniettato per via induttiva. In fig. 23 si può vedere un semplice schema di un tale multivibratore. La funzione di « antenna trasmittente » è svolta da una barretta di ferrite sulla quale sono state avvolte circa 30 spire.
La Philips fornisce un interessante e maneggevole strumento per la ricerca dei guasti. Tale strumento contiene un multivibratore

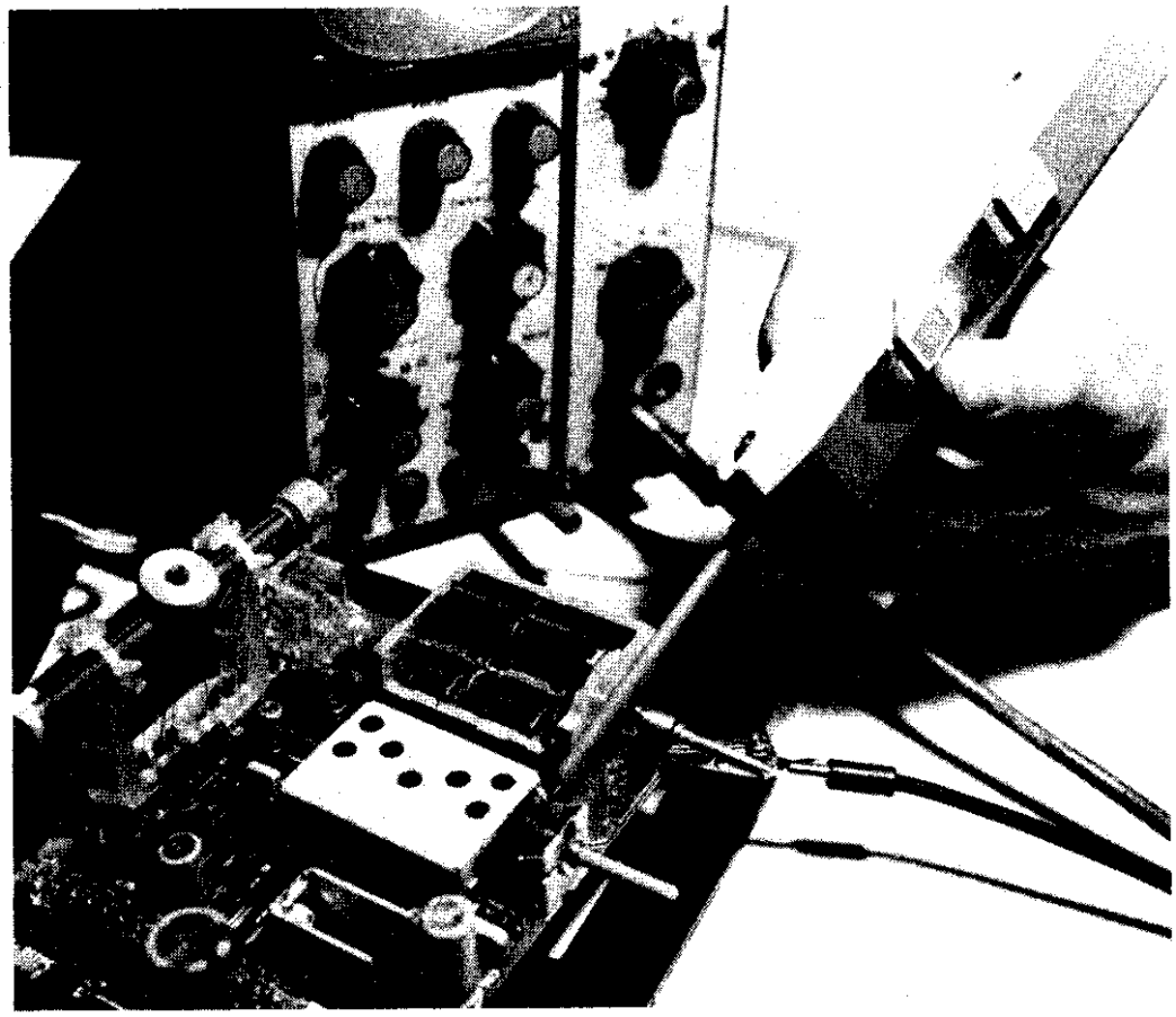


Fig. 24 Impiego dello strumento universale 805/UFF per la ricerca dei guasti (Philips)

che genera una tensione rettangolare di circa 300 Hz. L'ampiezza del segnale può venir regolata in modo continuo. Nello strumento è inoltre inserito un oscillatore sinusoidale che può venir predisposto per la frequenza di 4,43 o di 5,5 MHz. Nella riparazione degli apparecchi radioricevitori è infatti interessante esaminare la frequenza intermedia delle onde ultracorte con le armoniche di 5,5 MHz, poiché tale frequenza viene modulata con la frequenza del multivibratore. In tal modo si ha a disposizione uno strumento d'analisi che permette anche ulteriori controlli della parte a frequenza intermedia, pur essendo facile da maneggiare. In fig. 24 si può notare come si lavora con questo strumento.

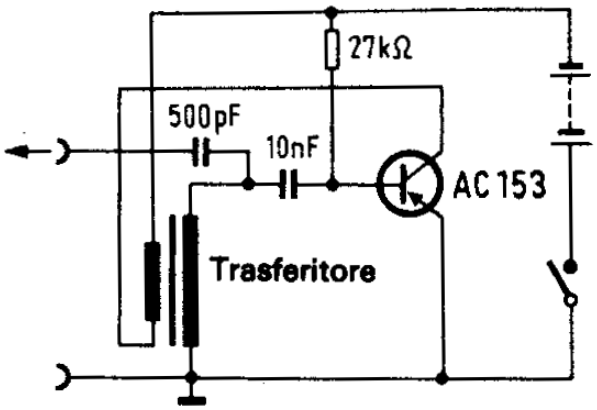


Fig. 25 Schema di oscillatore bloccato

5.4 Iniezione del segnale con oscillatore bloccato

Un altro circuito atto a generare uno spettro di frequenze in bassa ed alta frequenza è rappresentato dall'oscillatore bloccato. Il principio di tale circuito consiste in uno stabile accoppiamento a controreazione che agisce in modo tale che il transistore oscillante si autoblocca. Il condensatore di base viene caricato fino ad interdire la corrente di collettore; quindi avviene la scarica di tale condensatore sulla resistenza di base. Riprende quindi la carica e così via di seguito. In questo modo, in dipendenza dal valore della capacità e della induttanza, si ha sulla base una frequenza fondamentale assieme ad un gran numero di armoniche di ampiezza elevata, analogamente al caso del multivibratore. Il circuito di un oscillatore bloccato è riportato in fig. 25. Tale circuito possiede un solo transistore ed abbisogna di un trasferitore ad accoppiamento stretto. L'oscillatore bloccato viene utilizzato verificando i singoli blocchi di riparazione, così come col multivibratore.

5.5 Iniezione del segnale con vobulatore

Mediante il vobulatore si può effettuare una più esatta ricerca dei guasti, usando dei segnali puliti e ben definiti. Il vobulatore può fornire un segnale ad alta frequenza (modulato o non modulato) variabile a piacere, ed inoltre un segnale a bassa frequenza.

Avendo inoltre la possibilità di regolare l'ampiezza del segnale generato, si evita di essere disturbati da una emissione troppo rumorosa dell'altoparlante. Con ciò si evita inoltre di sovraccaricare lo stadio finale a man mano che l'iniezione del segnale si avvicina allo stadio d'ingresso del ricevitore.
Se si esaminano ricevitori alimentati con corrente alternata o con batterie, il polo di massa dello strumento può venir direttamente collegato al telaio del ricevitore stesso. In tal caso però, se vengono addotte nei diversi punti delle alte frequenze, l'iniezione delle stesse deve avvenire interponendo un condensatore, in modo da evitare un possibile cortocircuito. Bisogna inoltre tener presente che inviando il segnale su punti caldi di circuiti oscillanti accordati, i cordoni adduttori dello strumento introducono una capacità perturbatrice. Verrebbe dunque in tal modo a mancare il risultato desiderato o quantomeno si otterrebbe un risultato inesatto. La perturbazione introdotta, pur non potendo venir completamente eliminata, può però venir limitata a valori sopportabili, introducendo un condensatore di valore piuttosto basso sul puntale. Un condensatore di circa 50 pF serve contemporaneamente come condensatore di blocco della tensione continua sul puntale del generatore che adduce l'alta frequenza. Dato che toccando i cordoni si possono introdurre dei disturbi, è opportuno schermare cordone e condensatore del generatore stesso.

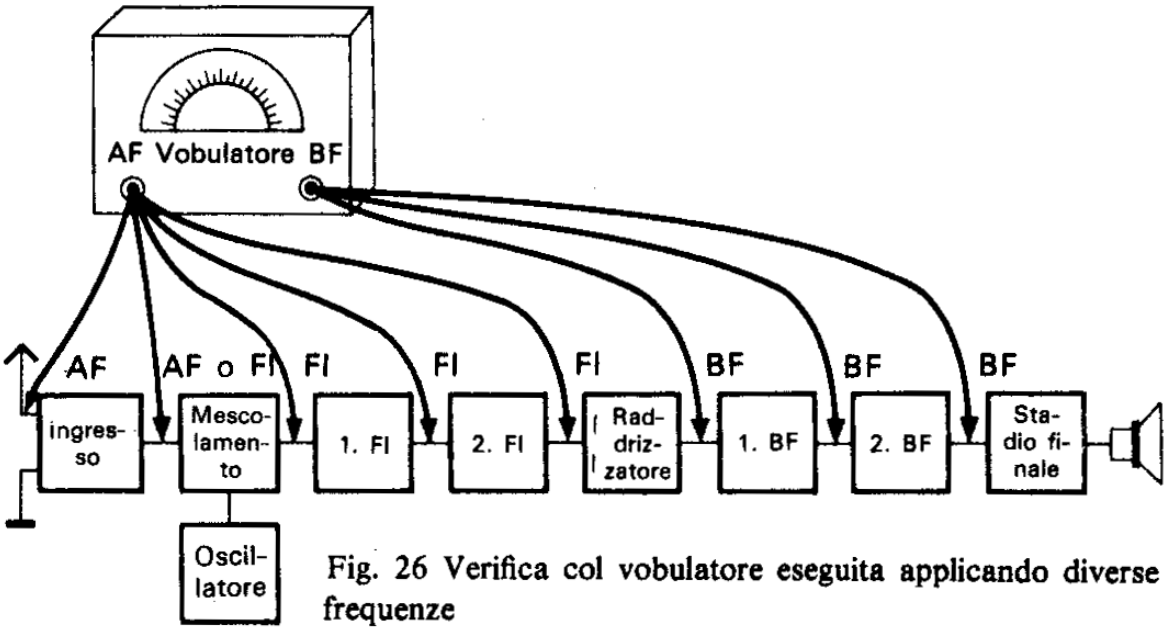


Fig. 26 Verifica col vobulatore eseguita applicando diverse frequenze

Il modo di lavorare con il vobulatore è simile a quello del multivibratore. Con il vobulatore però il segnale iniettato nei singoli stadi corrisponde al segnale che viene elaborato negli stessi. In fig. 26 è riportata una schematizzazione di tale fatto. Bisogna dunque fare attenzione ad applicare esattamente i segnali di bassa, media e di alta frequenza. Applicando al ricevitore un segnale adeguato, di volta in volta può essere valutato il funzionamento del singolo stadio interessato.

5.6 Particolare indagine con il vobulatore

Negli stadi a transistori di bassa frequenza si usa porre in parallelo alla resistenza di emettitore un condensatore elettrolitico (a bassa tensione di lavoro) in modo da evitare un controaccoppiamento della corrente. Nei vecchi apparecchi a valvole tale condensatore, con il medesimo compito, veniva posto in parallelo alla resistenza catodica. Molto spesso il condensatore perde una parte della sua capacità provocando un indesiderato controaccoppiamento nello stadio. Tale fatto genera una distorsione del suono, rilevabile tramite l'altoparlante. Per verificare se la causa del difetto risiede nel condensatore di emettitore (nel condensatore catodico per gli apparecchi a valvole) si collega la bassa frequenza del vobulatore in parallelo a detto condensatore. Poiché il compito di tale condensatore è quello di cortocircuitare le basse frequenze, non dovrebbe in tal caso prodursi alcun segnale sull'altoparlante. In caso contrario si può dedurre con tale semplice prova che il condensatore ha una capacità troppo bassa, e che pertanto deve venir sostituito.
L'impiego del vobulatore è inoltre molto utile come oscillatore ausiliario, quando si deve esaminare un ricevitore a supereterodina. Si inietta nell'oscillatore una frequenza uguale alla portante di una emittente locale aumentata della frequenza intermedia. Il generatore pilota in tal caso viene a sostituire l'oscillatore dell'apparecchio non funzionante. Agendo ora sulla sintonia del ricevitore, si deve sentire l'emittente locale quando questa risulta cor-

rettamente sintonizzata. In questo modo, molto difficilmente si riesce ad ottenere una buona ricezione. Quello che importa è però il fatto che si riesce ugualmente a determinare se il guasto del ricevitore è unicamente dovuto all'interdizione dell'oscillatore.

5.7 Ricerca dei guasti mediante inseguimento del segnale

Non esiste evidentemente alcuna differenza nel condurre la ricerca dei guasti tramite iniezione di un segnale o tramite il suo inseguimento. Non esiste cioè alcuna differenza nel fatto di procedere alla localizzazione di un guasto in uno stadio partendo dall'uscita o dall'ingresso. Perché un apparecchio funzioni in modo soddisfacente bisogna infatti che siano in ordine tutti gli stadi; non ha pertanto alcuna importanza in quale ordine tali stadi vengano esaminati. La differenza consiste soltanto nel tipo di indicazione che si ha durante l'esame. Iniettando il segnale, l'indicazione ci viene fornita dall'altoparlante incorporato nel ricevitore, ed eventualmente da un indicatore d'uscita collegato all'altoparlante stesso. Procedendo invece con il metodo dell'inseguimento del segnale si collega l'ingresso del ricevitore con un segnale ad alta frequenza modulato con uno di bassa frequenza e si accerta, mediante un apposito strumento indicatore, fino a quale stadio del ricevitore il segnale d'ingresso viene correttamente elaborato. Il segnale regolarmente elaborato fino ad un certo punto dal ricevitore, viene prelevato con dei sondaggi, e viene ulteriormente trattato in uno speciale strumento; esso viene cioè amplificato in alta frequenza, demodulato, amplificato in bassa frequenza e riprodotto tramite un altoparlante o rivelato tramite uno strumento di misura. A tale proposito è interessante notare che all'epoca dell'introduzione degli apparecchi radio, la ricerca dei guasti veniva condotta quasi esclusivamente in tale maniera. Allora come strumento veniva usata la cuffia, collegandola ai vari punti del circuito. Anche oggi si può consigliare tale metodo per la ricerca dei guasti negli amplificatori a bassa frequenza. La cuffia è infatti uno strumento molto sensibile, e non ha un costo molto elevato.

6 Ricerca dei guasti mediante oscilloscopio

Tutti i metodi di ricerca dei guasti fino ad ora trattati, permettono di trarre delle conclusioni su determinati stati mediante l'udito o tramite degli strumenti di misura. Volendo verificare in tal modo la successione temporale delle varie fasi di un certo processo si dovrebbe registrare un'enorme quantità di stati istantanei, riportandoli quindi su di una tabella o su carta millimetrata, in modo da evidenziare l'andamento complessivo del processo. Procedendo in tal modo, per ricavare ad esempio la banda passante di un amplificatore di frequenza intermedia con singole rilevazioni ottenute mediante un generatore pilota ed un misuratore d'uscita, il tempo richiesto risulterebbe troppo elevato e sarebbe inoltre difficile ottenere dei risultati esatti. Si può allora ricorrere all'oscilloscopio a raggi catodici.
Tale strumento visualizza l'andamento di un fenomeno a bassa o ad alta frequenza o in forma di curve (spesso riportate in letteratura) o in forma di figure di Lissajous (meno usate delle prime), a seconda che ad una delle coppie di placchette di deflessione si invii una tensione periodicamente variabile od una tensione di misura. Il vantaggio sostanziale dell'oscilloscopio consiste nel fatto che non viene con esso interessato l'udito dell'operatore, ma la vista, cioè il senso più oggettivo. Le sfumature non assolutamente percettibili uditivamente sono facilmente percepite dall'occhio. Saperlo usare e saper trarre dati utili dagli oscillogrammi richiede però una grande pratica. Chi ha acquisito la necessaria esperienza per l'uso dell'oscilloscopio, riesce con esso a padroneggiare, meglio che con qualsiasi altro strumento, tutti i possibili guasti di un ricevitore radio. Sarebbe però uno spreco inutile voler scoprire ogni guasto di un ricevitore con l'aiuto dell'oscilloscopio. Nel caso di una resistenza bruciata si arriva più velocemente alla conclu-

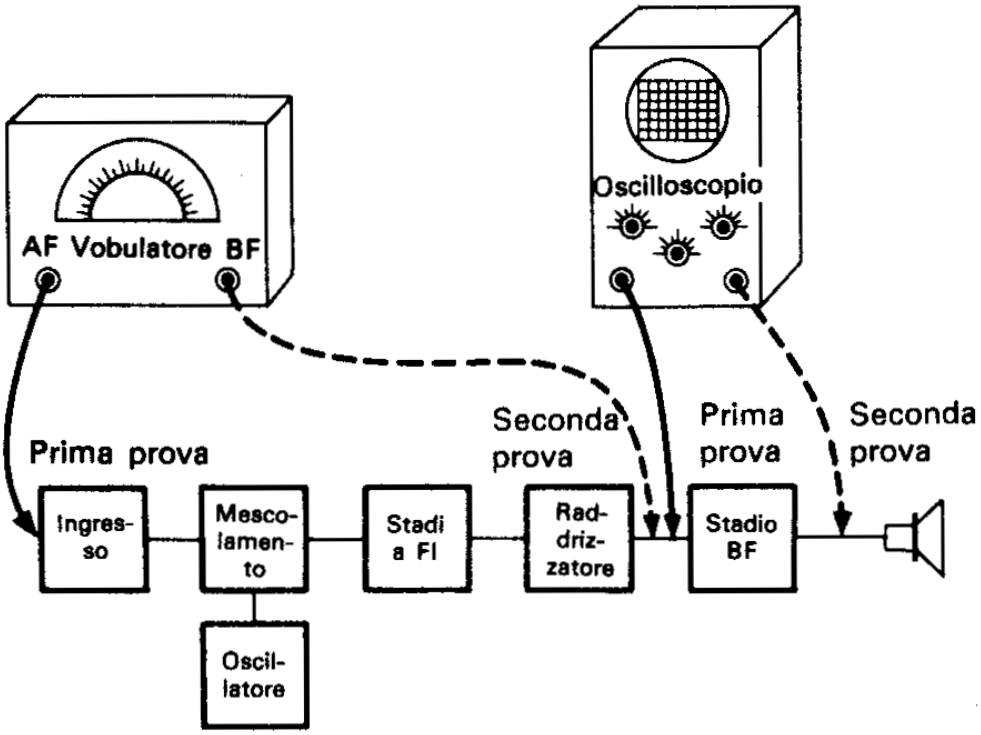


Fig. 27 Applicazione delle frequenze del vobulatore e collegamento dell'oscilloscopio per 'controllare il funzionamento di un ricevitore

sione con un voltmetro. L'indagine oscilloscopica dunque deve essere sempre preceduta da una analisi di tensione.
Esiste tuttavia tutta una serie di guasti per cui l'uso dell'oscilloscopio è vantaggioso. Si tratta specialmente di quei guasti che si verificano negli amplificatori a bassa frequenza di grossi ricevitori e soprattutto negli amplificatori stereo ad alta fedeltà. A tale riguardo con l'oscilloscopio si riesce velocemente ad indagare sui guasti che si manifestano con distorsioni o ronzii. Tali tipi di disfunzioni, soprattutto se di lieve entità, richiedono un enorme dispendio di tempo nel caso si usino altri metodi di ricerca. Con l'uso dell'oscilloscopio il guasto viene invece velocemente individuato. Per usare l'oscilloscopio nella ricerca dei guasti è necessario disporre di una tensione alternata di esatto andamento periodico, come quella fornita da un vobulatore. Tale tensione può venire usata in due maniere.
La prima prevede che tale tensione venga modulata ed applicata all'ingresso del ricevitore. Tale metodo è rappresentato in fig. 27 (prima prova). In tal caso il segnale modulato percorre lo stadio

iniziale e lo stadio di mescolamento, viene quindi amplificato dallo stadio a media frequenza, demodulato, percorre l'amplificatore a bassa frequenza ed arriva all'altoparlante. Collegando l'oscilloscopio all'ingresso dell'amplificazione a bassa frequenza e riscontrando che il segnale fino a tal punto è stato sufficientemente amplificato senza essere inoltre affetto da distorsione, si può concludere che il ricevitore lavora correttamente fino a tale punto. La seconda maniera prevede di iniettare un segnale periodico di bassa frequenza all'ingresso dell'amplificatore di bassa frequenza (seconda prova in fig. 27). Con tale tipo di indagine si verifica soltanto la parte di bassa frequenza. Essa viene dunque intrapresa soltanto nel caso che nella precedente prova sia stato appurato che la causa della disfunzione non possa essere imputata alle altre parti del ricevitore.

6.1 Ricerca con oscilloscopio nei ricevitori con circuiti integrati

Per effettuare una proficua ricerca dei guasti nei ricevitori con IC, in primo luogo si visualizza sull'oscilloscopio il segnale prelevandolo sull'altoparlante. Sull'altoparlante si può impostare una tensione alternata di diversa ampiezza, proporzionale al comando di volume del ricevitore. Così facendo si possono immediatamente individuare eventuali disfunzioni ed eventuali asimmetrie.
In un secondo tempo l'oscilloscopio viene collegato all'ingresso di bassa frequenza del circuito integrato. In tal modo si può esaminare il segnale amplificato dall'IC (vedi fig. 28, fasi 1 e 2). Se all'entrata del circuito integrato si verifica lo stesso difetto riscontrato sull'altoparlante, allora il guasto è da ricercare prima dell'IC, poiché significa che il segnale applicato all'IC contiene già il difetto riscontrato. Se invece si riscontra che il segnale rilevato all'ingresso del circuito integrato è privo di difetti, la causa della disfunzione risiede allora nell'IC o nella rete passiva di componenti ad esso collegata. In questa indagine si tiene conto solo della forma del segnale rilevato e non della sua ampiezza. Il livello dell'amplificazione non può venir dedotto dall'ampiezza della ten-

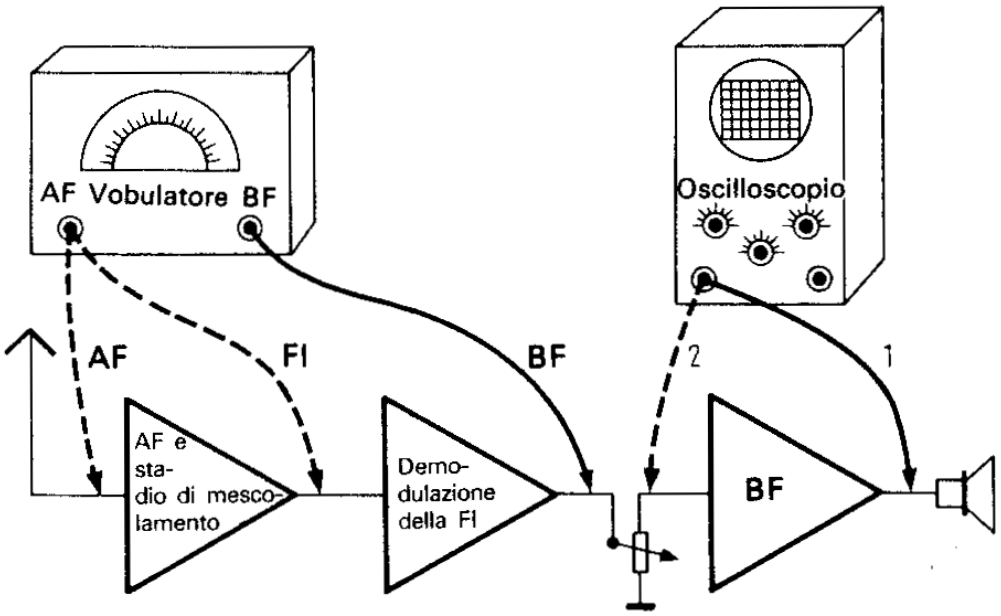


Fig. 28 Applicazione delle frequenze del vobulatore e collegamento dell'oscilloscopio per controllare il funzionamento di un ricevitore equipaggiato con circuiti integrati

sione rilevata, poiché essa può essere condizionata dall'elevata impedenza di ingresso del visualizzatore unita alla bassa impedenza d'uscita dell'amplificatore di potenza.
I condensatori elettrolitici collegati all'IC possono venir facilmente controllati ponendovi in parallelo un condensatore elettrolitico campione, di capacità uguale o superiore. Se in tal modo viene rilevato che la tensione alternata applicata all'altoparlante ritorna alla normalità, ciò significa che il condensatore elettrolitico, avendo diminuito la sua capacità, è la causa del difetto. I condensatori elettrolitici collegati agli IC degli amplificatori di bassa frequenza esplicano funzioni diverse: evitano contraccoppiamenti, cortocircuitano o smorzano un segnale. Normalmente essi devono però cortocircuitare la tensione del segnale di bassa frequenza, cioè farlo transitare senza danno. Ecco dunque la ragione per cui si consiglia di controllarli ponendovi in parallelo un altro condensatore elettrolitico. Se il controllo dei condensatori non rivela alcuna anomalia, la causa del guasto presumibilmente risiede nell'IC. Dato il gran numero dei diversi tipi di IC impiegati nei ricevitori, non sempre è possibile avere a disposizione l'IC che si vuole

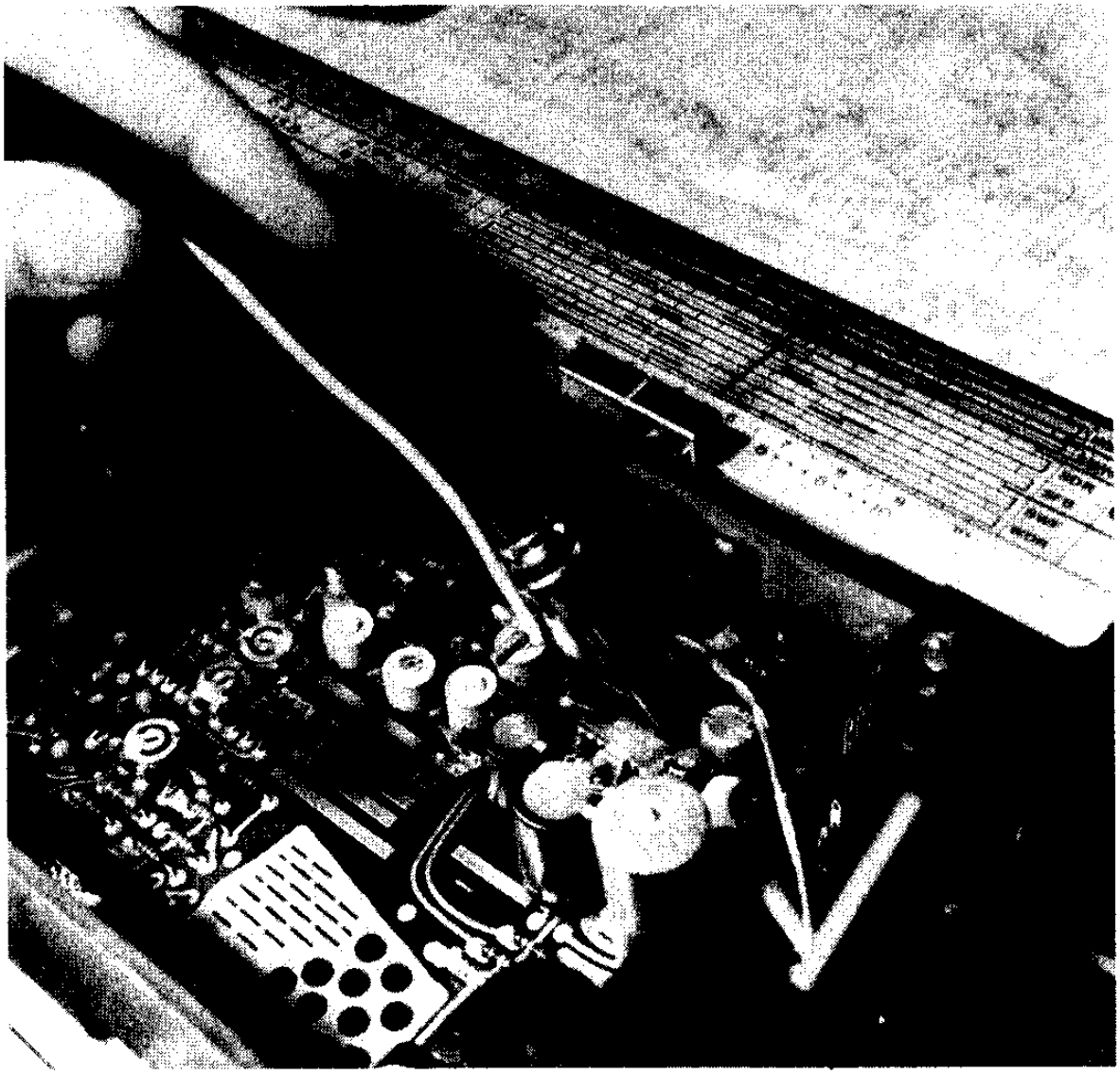


Fig. 29 Applicazione di un segnale ad un circuito integrato dal lato componenti

sostituire. In tal caso è consigliabile accertarsi più minuziosamente se esso è veramente la causa del guasto. Infatti può anche essere successo che una resistenza, attraverso la quale l'integrato viene alimentato dalla tensione continua, sia guasta. Il controllo di tale resistenza può venire effettuato, dopo aver rimosso l'integrato dal circuito, con un misuratore di resistenze. Con l'asportazione dell'integrato si evita di falsare la misurazione della resistenza, perché si eliminano i percorsi paralleli rappresentati dalle resistenze interne dell'integrato. Solo dopo un controllo delle resistenze si può affermare che l'integrato è difettoso e che pertanto deve venire sostituito.

Procedendo in tal modo, si può dunque verificare metodicamente un circuito a bassa frequenza equipaggiato con IC, anche nel caso di un guasto apparentemente molto difficile da individuare. In tal modo si possono trovare anche quei guasti che si manifestano con un ronzio appena percettibile, sempre che essi non siano dovuti all'alimentazione.

6.2 Ricerca con oscilloscopio nei ricevitori a transistori

Per usare l'oscilloscopio nella ricerca dei guasti in ricevitori a transistori si utilizza il metodo dell'inseguimento del segnale. A differenza dei ricevitori che nella parte di bassa frequenza sono equipaggiati con IC, nei ricevitori a transistori i controlli possono venir effettuati ordinatamente procedendo stadio per stadio. Applicando il segnale sulle basi dei transistori finali si può controllare se essi lavorano correttamente. Si possono quindi controllare in ugual maniera i singoli stadi. In fig. 30 è rappresentata la serie dei controlli.

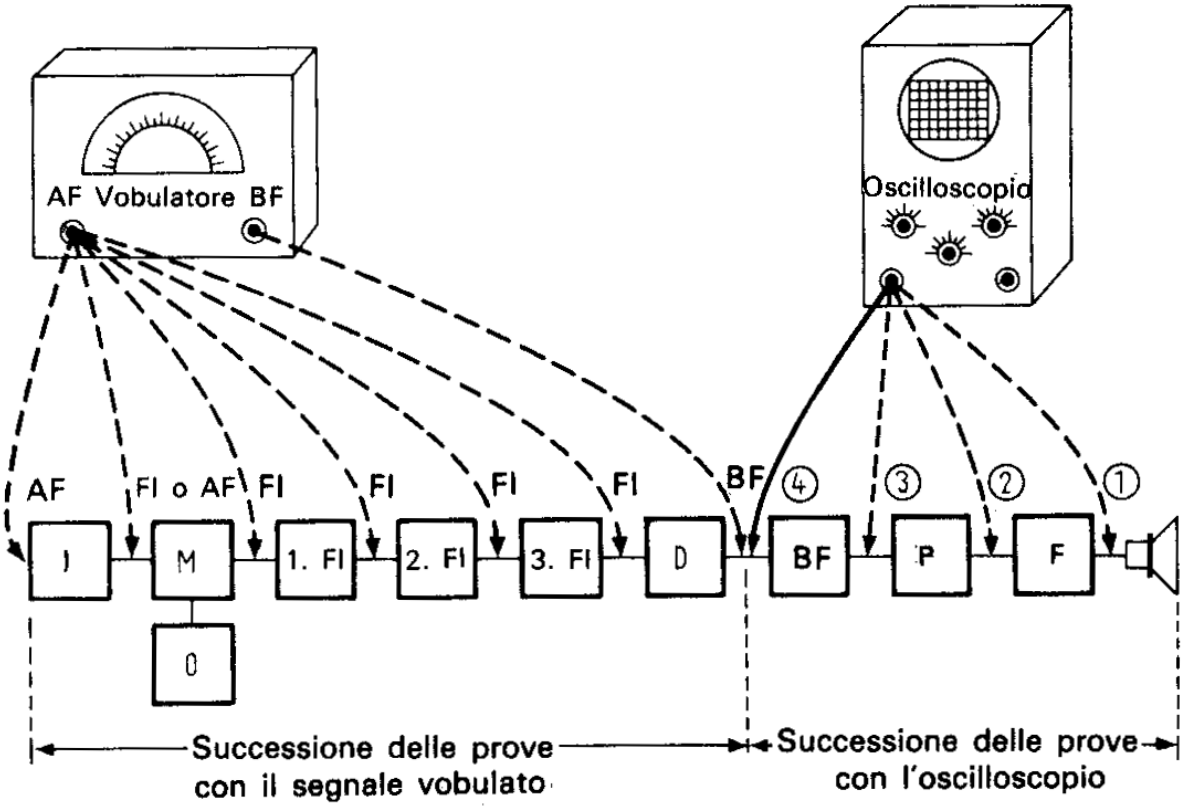


Fig. 30 Applicazione delle frequenze del vobulatore e collegamento dell'oscilloscopio per controllare il funzionamento di un ricevitore a transistori

In primo luogo si applica il segnale a bassa frequenza all'ingresso di bassa frequenza (cioè sul regolatore di volume). Si collega l'oscilloscopio all'altoparlante visualizzando sullo schermo il segnale a bassa frequenza (prova 1). Se il segnale non risulta pulito, l'oscilloscopio viene collegato alle basi dei transistori finali (prova 2), alla base del transistore pilota (prova 3) e quindi al transistore dello stadio d'ingresso di bassa frequenza (prova 4). Così facendo si esegue un completo esame dei singoli stadi a bassa frequenza. Se la parte a bassa frequenza non presenta difetti, l'indagine continua applicando agli altri stadi del ricevitore il segnale del vobulatore, come indicato in figura. Naturalmente il segnale a bassa frequenza continua ad essere visualizzato sullo schermo dell'oscilloscopio. Se, applicando il segnale su di un certo punto del circuito, la sua forma appare cambiata sull'oscilloscopio ciò significa che nello stadio interessato dal quel punto esiste un guasto. Una esatta individuazione di questo guasto viene quindi

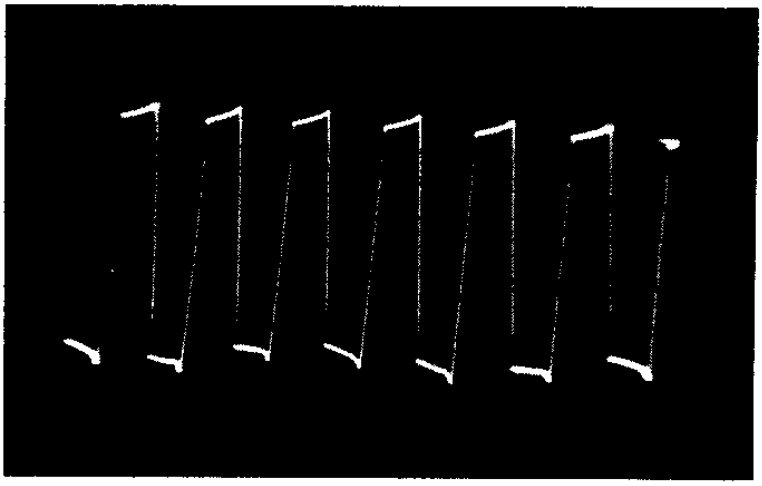


Fig. 31 Oscillogramma di un segnale di bassa frequenza (in saturazione)

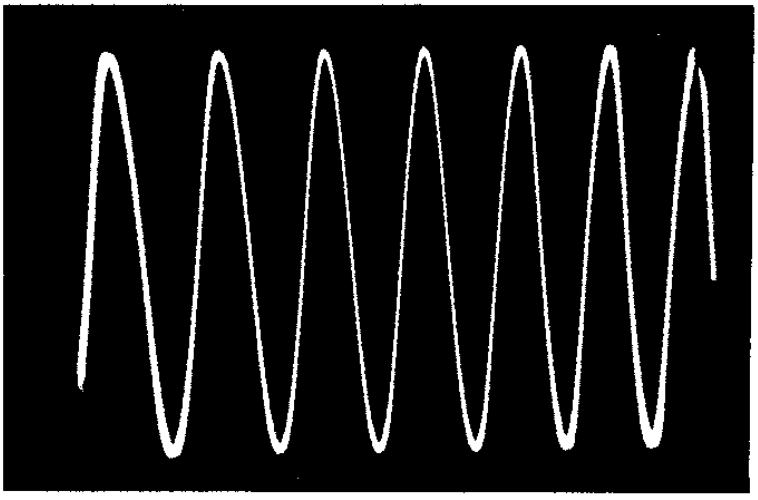


Fig. 32 Oscillogramma di un segnale di bassa frequenza correttamente amplificato

data da un'analisi di tensione. Oltre a ciò è possibile determinare se i transistori di uno stadio finale in controfase lavorano in modo simmetrico, rilevando l'oscillogramma sul punto comune alle due resistenze di emettitore. In tale punto deve essere presente una oscillazione sinusoidale pulita. Se si notano delle asimmetrie ciò è dovuto anzitutto alla coppia di transistori che hanno caratteristiche diverse fra loro e che devono quindi venire cambiati.

Il controllo con l'oscilloscopio deve, in un primo tempo, essere effettuato con il ricevitore a basso volume. Manovrando quindi il comando di volume, ci si può accertare se l'oscillazione distorce soltanto alle ampiezze elevate. In caso affermativo ciò sta a significare che lo stadio pilota viene sovraccaricato (saturato), il che facilmente può essere dovuto ad una disfunzione nelle diramazioni di controfase. In fig. 31 è riportato un segnale di bassa frequenza in saturazione. In fig. 32 è invece riportato un segnale pulito di bassa frequenza. È chiaramente visibile la distorsione del primo segnale. In fig. 33 si può vedere come in pratica si applica il

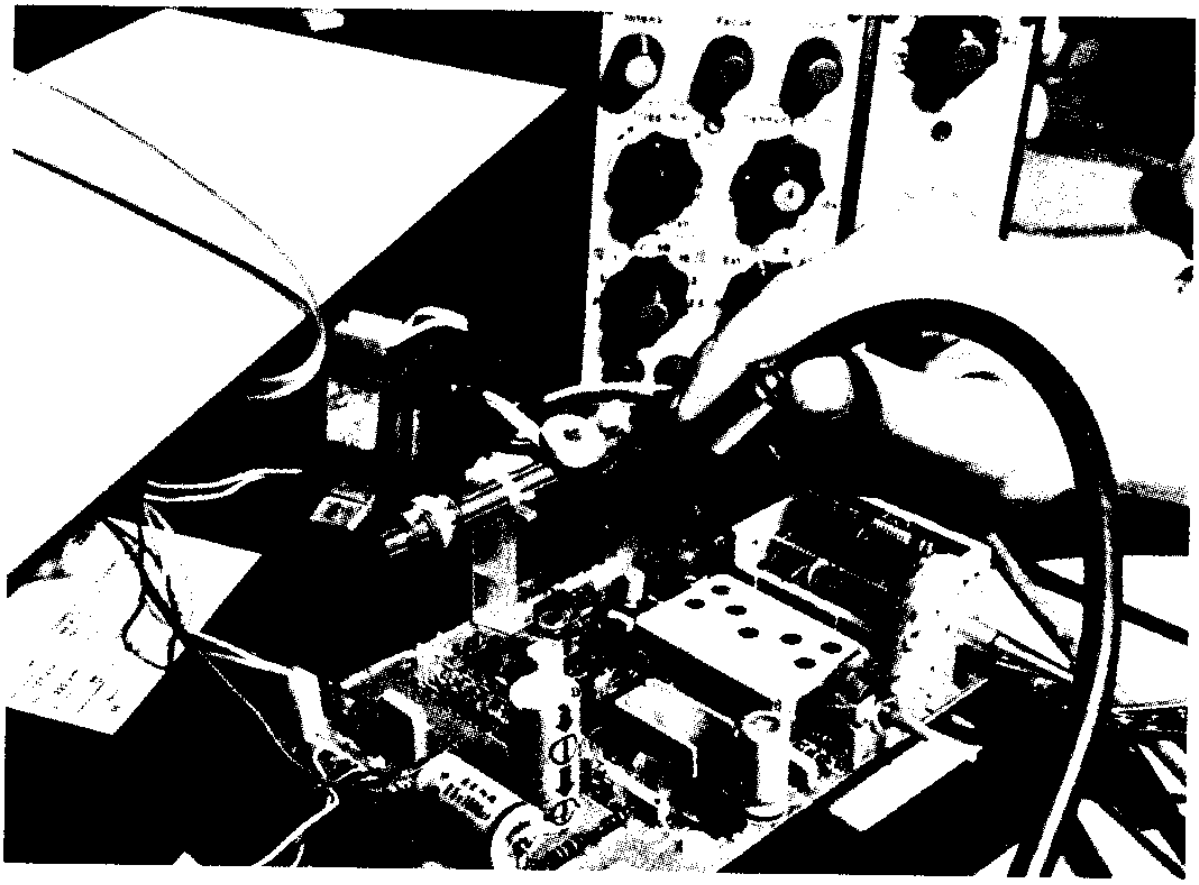


Fig. 33 Pratico impiego del vobulatore e dell'oscilloscopio

segnale del vobulatore all'ingresso dell'alta frequenza e come si collega l'oscilloscopio ai morsetti dell'altoparlante.

6.3 Ricerca con oscilloscopio nei ricevitori a valvole

Le minori difficoltà per registrare un oscillogramma si hanno nel caso di indagine sui circuiti ad alta impedenza ohmica delle valvole. Il livello di amplificazione di tensione di una valvola può venir esattamente dedotto dall'ampiezza dell'oscillogramma della tensione anodica o della griglia di comando della stessa che lavora in bassa frequenza. Nello stesso tempo possono venire accertate eventuali distorsioni. Disinserendo la deflessione orizzontale dell'oscilloscopio si vede sullo schermo soltanto un tratto verticale. Si può in tal modo ricavare più facilmente l'ampiezza della tensione.
Per controllare i condensatori catodici l'oscilloscopio viene direttamente connesso al catodo della valvola. Se così facendo sullo schermo appare una tensione alternata, ciò significa che il condensatore catodico ha diminuito il suo valore e deve quindi essere sostituito.

7 Procedimento per la ricerca dei guasti

Fino ad ora sono stati descritti i singoli metodi di ricerca dei guasti. La padronanza di tali metodi è un presupposto indispensabile per diventare un buon radioriparatore. Per trovare in breve tempo l'origine di eventuali disfunzioni è tuttavia necessario usare una combinazione dei singoli metodi, oppure scegliere a priori il metodo che si ritiene più adatto a trovare il guasto intervenuto. Se l'inesperto procede secondo determinate regole fondamentali, con l'esercizio egli riuscirà gradualmente ad associare, mediante deduzioni logiche, un qualunque guasto allo stadio effettivamente non funzionante. Di seguito verranno dunque indicate le regole fondamentali che si possono stabilire per condurre una razionale ricerca dei guasti.

Anzitutto occorre attribuire il guasto ad uno dei blocchi di riparazione precedentemente introdotti. L'ulteriore ricerca dovrà quindi venir concentrata soltanto sul blocco considerato.

Così procedendo, se si riesce cioè a stabilire inizialmente il blocco realmente guasto, si evita di sprecare del tempo ricercando le disfunzioni nei blocchi regolarmente funzionanti.

A tal scopo, in un primo tempo vengono scelti quei metodi di ricerca del guasto che sono di semplice applicazione. Soltanto nel caso che il guasto non possa venir stabilito medianti tali semplici metodi si procederà ad adottare uno degli altri metodi. In fig. 34 è schematizzato il modo di procedere, supponendo di dover intervenire su degli apparecchi che non riproducono assolutamente, o che riproducono in modo difettoso, il segnale sonoro.

Il più semplice metodo consiste nell'effettuare la prova del dito sul punto caldo del regolatore di volume quando questo è stato posto al massimo (1). Se così facendo si può udire nell'altoparlante un

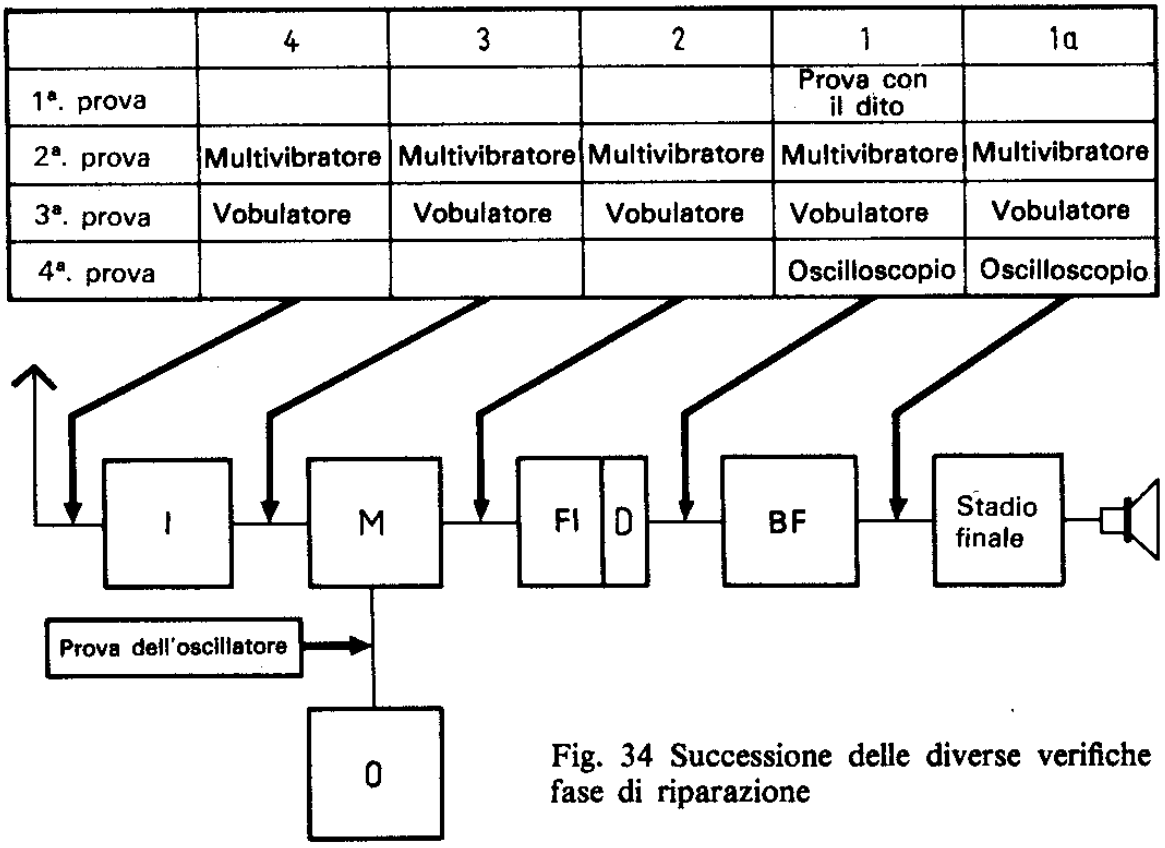


Fig. 34 Successione delle diverse verifiche in fase di riparazione

forte ronzio, si può affermare in via del tutto generale che l'amplicazione a bassa frequenza funziona.

Con tale prova non si può stabilire niente di più preciso. Si può però procedere con l'aiuto del multivibratore (2), con un segnale di bassa frequenza del vobulatore (3) oppure visualizzando il segnale di bassa frequenza con l'oscilloscopio (4). Le prove (2), (3) e (4) verranno però condotte soltanto nel caso che esistano ancora dubbi sul funzionamento del blocco considerato. Risultando negative tali prove, constatando cioè che all'altoparlante o sullo schermo dell'oscilloscopio non arriva un suono od una immagine pulita del segnale, si procede alla prova (1a) sullo stadio finale. Se anche in tal caso il risultato della prova è negativo, allora si può concludere che è guasto lo stadio finale. Operando in tal modo si è provveduto a separare lo stadio finale dagli altri stadi, cioè dallo stadio pilota e dal primo e secondo stadio di amplificazione di bassa frequenza.

Se però dovesse risultare da una delle prove sopra dette che il complesso rappresentato dall'amplificazione di bassa frequenza

funziona regolarmente, l'indagine procederà con prove sulla frequenza intermedia mediante multivibratore o vobulatore. Accertando un regolare funzionamento della frequenza intermedia si procederà ad esaminare lo stadio di mescolamento ed eventualmente lo stadio d'ingresso. Se anche tali stadi funzionano regolarmente, toccando i morsetti dell'antenna o collegandovi una antenna si dovranno sentire nell'altoparlante degli scricchiolii. Mancando però un normale segnale sonoro si può verosimilmente dedurre che non funziona l'oscillatore. Per accertarsi di ciò basta effettuare una semplice prova su di esso.
Procedendo come è stato descritto si può dunque arrivare a stabilire quale sia il blocco guasto. In tale blocco, la disfunzione verrà ricercata servendosi dell'analisi di tensione. Solo nel caso che tale analisi non abbia successo si procederà all'analisi di resistenza, sempre però nel blocco precedentemente circoscritto poiché solo in esso si può trovare la disfunzione. Ciò si intende per metodica e graduale ricerca del guasto.

7.1 Procedimento di ricerca dei guasti nei ricevitori con IC

La tecnica circuitale degli IC ha in un certo qual modo introdotto una facilitazione nella ricerca dei guasti. In un IC sono contenuti molti componenti attivi e passivi, in una configurazione circuitale uguale a quella del tradizionale sistema di costruzione dei ricevitori a transistori. Dal punto di vista della riparazione l'IC risulta pertanto come un singolo componente che, in caso di guasto, deve venir interamente sostituito. Viene con ciò ad essere eliminata l'indagine su ogni singolo componente facente parte dell'IC, e conseguentemente diminuiscono in modo sensibile le possibilità di guasto.
D'altro canto però il tecnico riparatore non riesce a capire intimamente ciò che accade dentro ad un IC. Trattandosi dunque di un guasto del circuito integrato, tale fatto può complicare la ricerca dello stesso. Occorre dunque procedere con metodi adeguati. Per fare ciò si esamina dapprima il funzionamento dell'IC mediante

iniezione del segnale. Nello stesso tempo si procede ad effettuare la nota suddivisione in blocchi, in modo da circoscrivere l'area del guasto. Non è detto che si debba assegnare un blocco ad ogni integrato. Ne potrebbe derivare infatti una complicazione della ricerca, risultando troppo vasta l'area di ispezione. Anche se due o più blocchi di riparazione sono concentrati in un solo IC, può risultare vantaggioso ricorrere, nella riparazione, alla solita suddivisione, in modo da non dover effettuare delle prove dispendiose su parecchi componenti nel caso in cui il guasto non interessi il circuito integrato.

8 Ricerca dei guasti nei singoli stadi

Dopo aver chiaramente individuato quale sia il blocco in cui va ricercato il guasto, la ricerca stessa può venir completamente concentrata su tale area. L'esatta posizione del guasto può venir ulteriormente circoscritta ricorrendo all'iniezione del segnale. A questo scopo si inietta dapprima un segnale di bassa frequenza nelle basi dei singoli transistori, verificando di udire di volta in volta un suono nell'altoparlante. In tal modo si può contemporaneamente controllare grossolanamente l'amplificazione fornita. Normalmente il segnale a bassa frequenza iniettato nello stadio finale lo si sente con debole intensità. Applicandolo successivamente sulla base del terzo o del secondo transistore amplificatore di bassa frequenza lo si può udire con intensità sempre più elevata, a patto che lo stadio funzioni regolarmente. La maggior amplificazione si ha se si applica il segnale al primo transistore di bassa frequenza. Procedendo dunque in tal modo si ottiene una precisa localizzazione del guasto.
Dopo di ciò si possono esaminare i singoli stadi FI mediante un segnale di frequenza intermedia. Così facendo è possibile circoscrivere il guasto nello stadio di demodulazione, nei singoli stadi di frequenza intermedia o nello stadio di mescolamento. Procedere ad una ulteriore delimitazione del guasto mediante misure sui collettori non porta a dei risultati esatti a causa delle diverse impedenze. Tali misurazioni, pertanto, non hanno un valore determinante.

8.1 Ricerca dei guasti negli amplificatori BF equipaggiati con IC

Gli amplificatori di bassa frequenza in versione integrata contengono in un unico involucro i preamplificatori, lo stadio pilota e lo

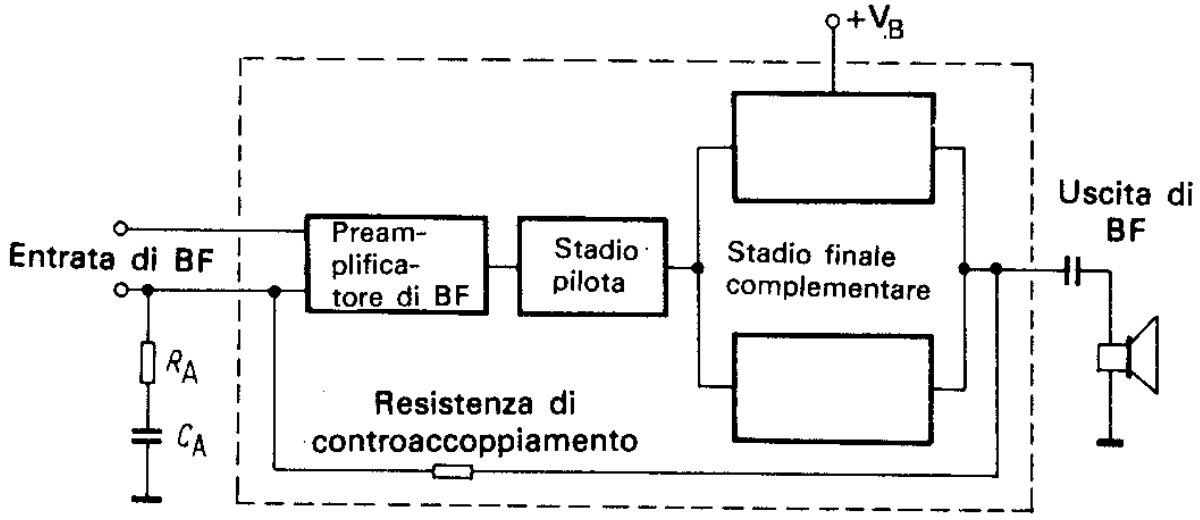


Fig. 35 Schema a blocchi di un amplificatore in bassa frequenza equipaggiato con l'integrato TAA 611

stadio finale. In fig. 35 è riportato lo schema a blocchi di un normale amplificatore integrato. Tutte le parti comprese nella linea tratteggiata sono integrate e pertanto non accessibili singolarmente al tecnico riparatore. Oltre al preamplificatore, allo stadio pilota ed allo stadio finale vi è anche una resistenza che, assieme ai componenti esterni R_A e C_A, forma un partitore di tensione per la controreazione. Il grado di controreazione dipende da tali componenti. Si può dunque abbassare l'amplificazione, riducendo però nello stesso tempo anche il coefficiente di distorsione armonica. In fig. 36 è riportato lo schema completo di tutti i componenti passivi collegati all'IC. Oltre ai componenti necessari per la controreazione, vi sono ulteriori condensatori che hanno il compito di impedire

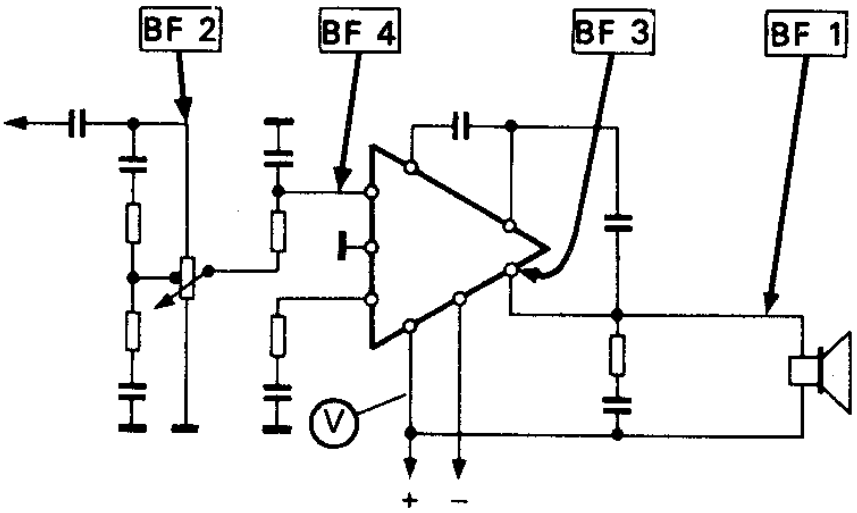


Fig. 36 Schema completo di un amplificatore in bassa frequenza equipaggiato con un circuito integrato

autooscillazioni ad alta frequenza o di imporre il limite superiore della banda passante. La bassa frequenza applicata all'integrato tramite un regolatore di volume viene amplificata ed applicata all'altoparlante. Dato che pochi sono i componenti di tale stadio, poche risulteranno anche le possibilità di guasto, il che conseguentemente comporta una relativa facilità d'indagine.
Si consiglia di procedere nel modo seguente:

1. verifica
Misura dell'assorbimento di corrente. Chiudendo l'alimentazione del circuito integrato l'assorbimento di corrente deve aumentare considerevolmente. (Ciò dopo aver predisposto al massimo il comando di volume).

2. verifica
Misura della tensione sul circuito integrato. La causa del guasto può venir facilmente determinata nel caso che si accertino dei valori di tensione molto contrastanti. L'esperienza insegna che la maggior parte dei guasti può essere trovata in questo modo.

Se con le precedenti verifiche non si ottiene un risultato significativo, si continua come segue:

3. verifica
Iniezione di un segnale di bassa frequenza. Mediante iniezione del segnale di bassa frequenza si controlla anzitutto l'altoparlante; poiché l'altoparlante è facilmente accessibile la verifica è priva di difficoltà (BF 1). Il secondo punto di misura più facilmente rintracciabile è il comando di volume; ad esso verrà quindi applicato il segnale di bassa frequenza (BF 2). Se, contrariamente alla verifica BF 1, non si dovesse udire nell'altoparlante un regolare segnale di bassa frequenza, si deve procedere alla verifica BF 3 direttamente sul piedino dell'integrato. Con tale prova si controlla il tratto del circuito tra l'integrato e i morsetti dell'altoparlante. Su tale tratto esiste solitamente un interruttore che serve a disinserire l'altoparlante interno inserendo contemporaneamente un altopar-

lante esterno od una cuffia. Spesso possono sorgere dei guasti su tale interruttore. Se anche in tale prova non si dovesse riscontrare alcuna irregolarità, non resta che applicare la bassa frequenza (per precauzione) direttamente al piedino di ingresso (BF 4) dell'IC. Soltanto se, anche durante l'esecuzione di tale prova, non si dovesse udire nell'altoparlante un regolare segnale di bassa frequenza si dovrebbe procedere alla dissaldatura dell'IC.

4. verifica
Sussistendo ancora dei dubbi sul fatto che l'IC sia o non sia guasto, si può procedere ad una *analisi di resistenza.* Le resistenze vengono misurate prendendo come punti di partenza i punti di collegamento dell'IC. Così facendo si possono trovare tutte le disfunzioni presenti. Tuttavia l'esperienza insegna che quest'ultima verifica viene condotta molto raramente, poiché la maggior parte dei guasti viene generalmente individuata con i precedenti esami.

8.2 Ricerca dei guasti negli amplificatori BF a transistori

I piccoli ed i medi amplificatori a bassa frequenza hanno di solito uno stadio finale equipaggiato con transistori complementari. La caratteristica di questi stadi finali è quella di lavorare senza trasferitore e senza condensatori di accoppiamento. Tale fatto crea difficoltà nella ricerca dei guasti.
Le tensioni dei singoli transistori dipendono di volta in volta dal funzionamento complessivo dello stadio finale. Se per esempio si è danneggiato un transistore, cambiano anche le tensioni applicate all'altro transistore, pur risultando quest'ultimo funzionante. È facile che con un uso prolungato si danneggi però anche quest'ultimo transistore. Ecco la ragione per cui, in fase di riparazione, vengono di sovente sostituiti entrambi i transistori finali sebbene l'origine del guasto possa essere imputata ad un solo transistore. Tuttavia, prima di eseguire questa radicale operazione, esiste la possibilità di stabilire quale sia il transistore o il compo-

nente danneggiato. A tale scopo si consiglia di effettuare queste verifiche:

1. verifica
Si misura l'*assorbimento di corrente* del ricevitore. Un elevato assorbimento di corrente indica (come già precedentemente descritto) un guasto nello stadio finale. In tale stadio i componenti attivi e passivi hanno bassi valori di resistenza, e permettono pertanto elevati flussi di corrente. Quindi, nel caso che l'assorbimento complessivo di corrente risultasse troppo elevato, può nascere il sospetto che esista un cortocircuito nello stadio finale.

2. verifica
Applicazione di un segnale di bassa frequenza sulle basi dei singoli transistori. In tal caso il segnale che si può udire con l'altoparlante deve aumentare di intensità a seconda che venga applicato allo stadio finale complementare, alla base del transistore pilota o alla base dell'amplificatore a bassa frequenza.
Il successivo esame verrà condotto sulla base del transistore che non avrà fatto transitare il segnale.

3. verifica
Si effettua l'*analisi di tensione* sul transistore sospetto. Si consiglia in tal caso di procedere come segue:

> *Si esamina dapprima il comportamento della tensione sull'emettitore e sulla base prendendo come riferimento la massa oppure il polo positivo della batteria. Si misura quindi la tensione di collettore.*

Rispettando per principio questa regola si evitano errori di misura e conseguentemente conclusioni sbagliate. Così facendo, inoltre, si riesce a riconoscere immediatamente se il transistore è di tipo npn o pnp senza dover ricorrere ad ulteriori analisi.
Dal comportamento delle tensioni sull'emettitore e sulla base si possono quindi trarre delle conclusioni sul funzionamento dei transistori di bassa frequenza e sui guasti eventualmente presenti.
La tensione tra emettitore e base determina il numero di lacune

iniettate nella base; la corrente di collettore dipende da tale quantità di lacune. Si può dunque affermare che la corrente di collettore dipende dalla differenza di tensione esistente fra emettitore e base. La caratteristica di fig. 37 si riferisce a tale dipendenza. Nella tabella che segue viene riportato il comportamento della corrente e della tensione di collettore al variare della tensione applicata tra base ed emettitore.

Tensione applicata fra base ed emettitore	Comportamento della corrente di collettore (riferito ad un normale funzionamento)	Comportamento della tensione di collettore (riferito ad un normale funzionamento)
0 Volt	corrente nulla	tensione molto elevata
bassa	basso flusso di corrente	più alta del normale
normale	corrente normale	tensione normale
più alta del normale	elevato flusso di corrente	abbassamento della tensione
molto più alta del normale	flusso di corrente troppo elevato	tensione troppo bassa (il transistore viene distrutto)

Se, per esempio, la tensione fra base ed emettitore è nulla, non si ha alcuna corrente di collettore. Le tensioni misurate su di un transistore posto in un circuito (e le variazioni della corrente di collettore conseguentemente dedotte) permettono di formulare un giudizio sufficiente sul modo di lavorare e sulla capacità di funzio-

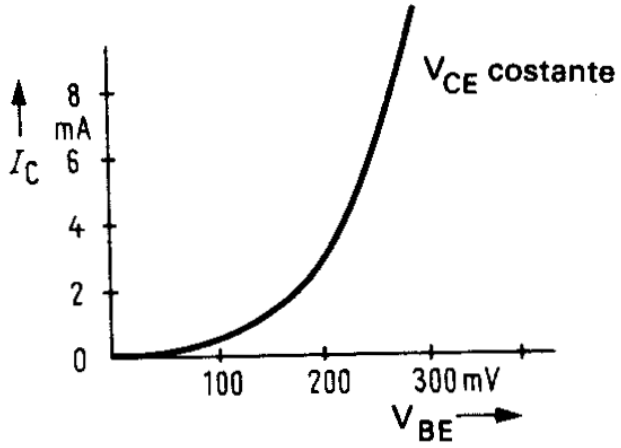


Fig. 37 La caratteristica di comando di un transistore mostra la dipendenza della corrente di collettore dalla differenza di potenziale tra base ed emettitore

namento del transistore. Gli esempi che seguono ci fanno vedere come, dai risultati di misura, si possono trarre delle conclusioni sul guasto esistente. Quello che diremo sarà valido per transistori pnp e con il polo positivo della batteria a massa.

Se la differenza di tensione tra emettitore e base è troppo elevata e la tensione di collettore troppo bassa si effettua un cortocircuito fra base ed emettitore. Se così facendo la tensione di collettore sale fortemente, ciò significa che il transistore è in grado di funzionare e che il guasto si trova sui componenti passivi adiacenti.

Se la differenza di tensione fra emettitore e base è normale e la tensione di collettore è troppo bassa, esisterà un guasto nella adduzione della tensione di collettore.

Se la differenza di tensione fra emettitore e base è troppo bassa e contemporaneamente è troppo bassa la tensione di collettore, si effettua nuovamente un cortocircuito tra base ed emettitore. Se così facendo la tensione di collettore non sale, allora il transistore è difettoso oppure lo è l'adduzione della tensione di collettore.

Si può fare tutta una serie di esempi, poiché le tensioni possono venir applicate in modo vario ai transistori. Talvolta, per quanto riguarda la tensione continua, il collettore risulta a massa. In tal caso sono fortemente positive le tensioni di emettitore e di base.

Talvolta, pur essendo ancora negativa la tensione applicata al collettore, può venir connesso a massa l'emettitore.
In casi dubbi basterà procedere semplicemente indagando sul transistore cioè effettuando delle misurazioni fra emettitore e base e fra emettitore e collettore. In tal modo vengono aggirati quei problemi di misura che sorgono in caso di diversa adduzione di tensione rispetto a massa (positivo o negativo a massa).

4. verifica
I singoli componenti possono venir ugualmente controllati con misurazioni di tensione. Se durante il controllo di un transistore, si è ad esempio accertato che manca una tensione, si deve seguire il cammino dell'adduzione di tensione fino all'alimentazione, in modo da trovare il componente difettoso. In fig. 38 è illustrato un esempio di questo tipo di ricerca di guasto sull'amplificatore a bassa frequenza.

5. verifica
L'analisi di resistenza viene intrapresa soltanto nel caso che con i precedenti esami, il guasto non sia stato esattamente localizzato. In ogni caso però a questo punto l'area del guasto è già stata circoscritta, in modo che pochi componenti possono essere sospettati della disfunzione. Ecco dunque che l'eventuale analisi di resistenza sarà limitata a questi pochi componenti.

Nell'esempio presentato in figura, l'iniezione del segnale di bassa frequenza viene indicata con BF 1, BF 2, e BF 3. In tal modo le misure di tensione che seguiranno potranno venir limitate allo stadio ritenuto guasto. Tali misurazioni dovranno susseguirsi ordinatamente fino a che non esisterà alcun dubbio sulla natura del guasto. Nelle misure effettuate su stadi complementari, proprio per la loro stessa struttura, è consigliabile prendere nota dei singoli valori di tensione poiché, come già altrove è stato descritto, alcune misure servono per poterne dedurre delle altre, ed è pertanto utile ricordarle.
Negli stadi complementari le basi di entrambi i transistori (npn e

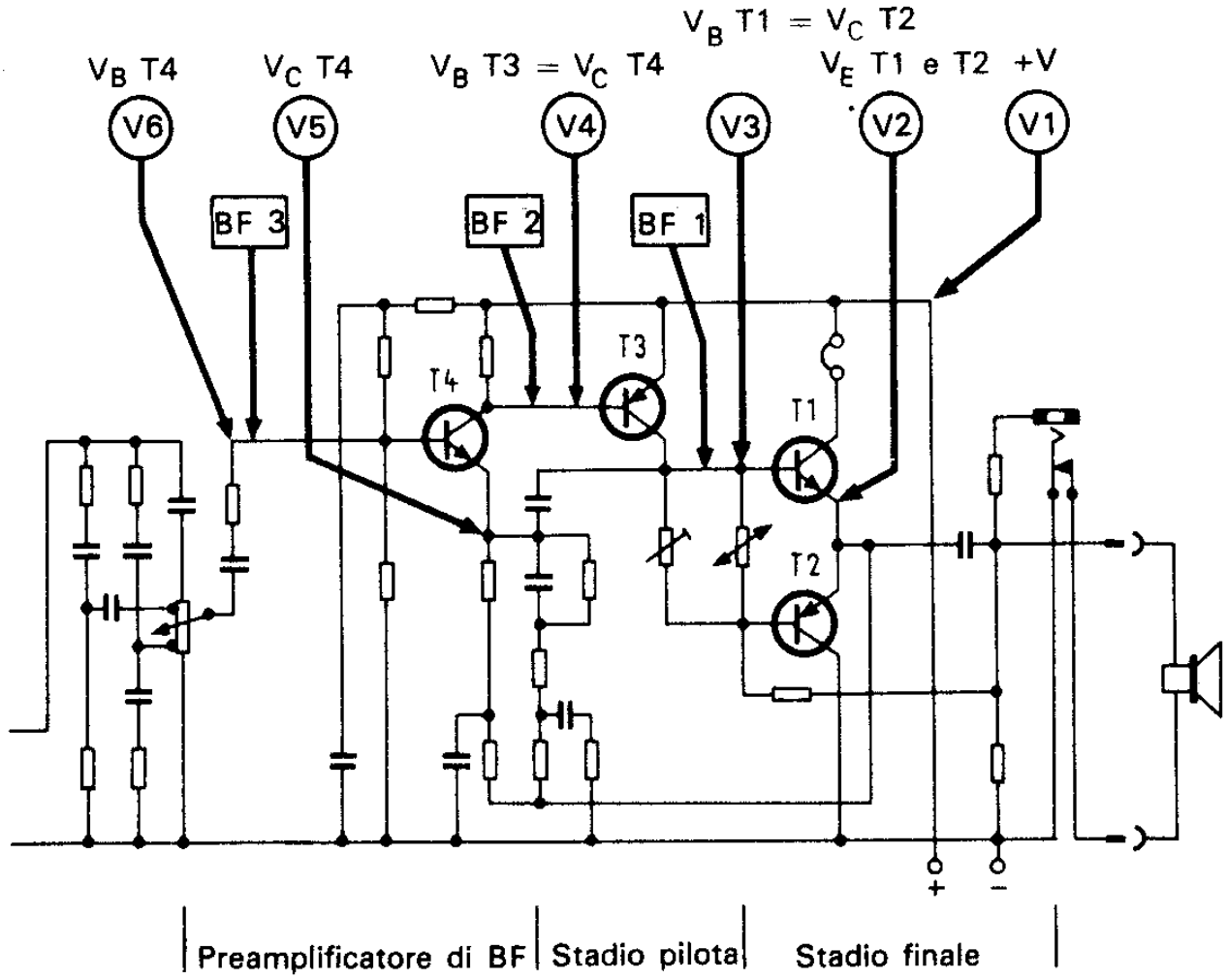


Fig. 38 Schema completo di un amplificatore BF a transistori con l'indicazione dei punti di misura

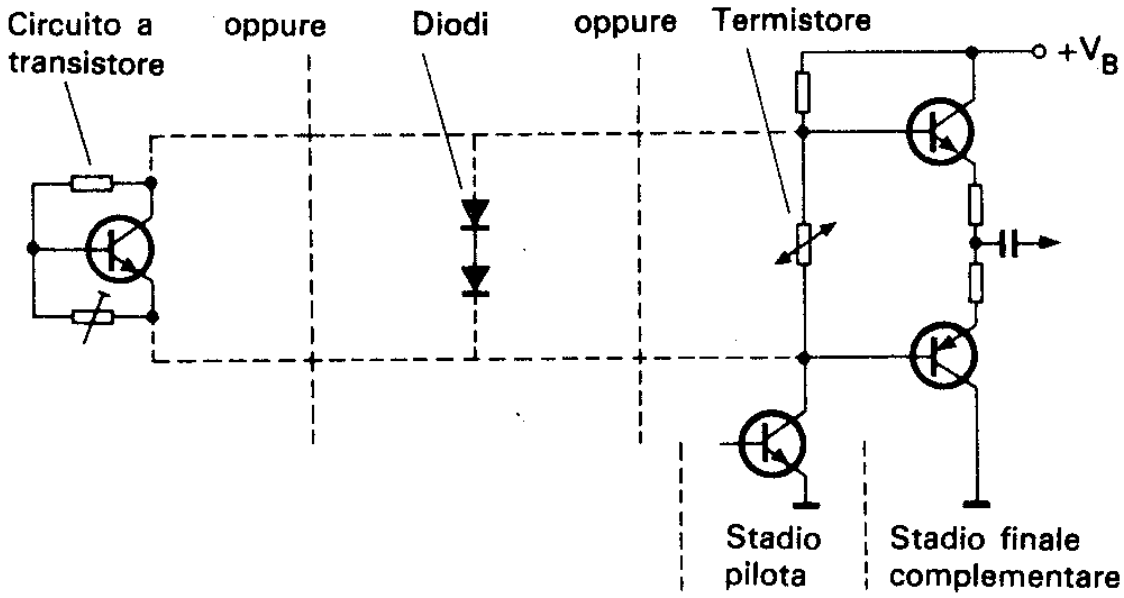


Fig. 39 Inserimento di un termistore, o di diodi, o di un circuito a transistore, tra le basi dei transistori complementari allo scopo di stabilizzare la doppia tensione di soglia

pnp) vengono pilotate con la tensione del segnale. In tali stadi la tensione di soglia base-emettitore (circa 0,6 volt nei transistori al silicio) può provocare delle distorsioni sulla tensione d'uscita poiché in tal caso la tensione di emettitore risulta più bassa di 0,6 V della tensione di base del transistore che sta lavorando in quel momento. Per eliminare tali distorsioni è necessario ridurre la tensione di base di uno dei due transistori complementari del doppio del valore della tensione di soglia dell'altro transistore. Per stabilizzare tale differenza di tensione si può usare un transistore, un termistore o dei diodi polarizzati nel verso di conduzione. La fig. 39 mostra come vengono collegati tali componenti ad uno stadio finale complementare.
Riscontrando una variazione della giusta differenza di tensione si può facilmente affermare che si sono guastati tali componenti. La conseguenza esterna di tale guasto è rappresentata da distorsioni del suono.

8.3 Ricerca dei guasti negli amplificatori BF a valvole

Per quanto riguarda gli amplificatori in bassa frequenza a valvole esiste una pluri-decennale esperienza che permette di affrontare la riparazione quasi senza problemi. Si consiglia di procedere nel modo seguente.
Dapprima si procede a condurre l'esame preliminare descritto nel paragrafo 1.6. In tal modo si può individuare tutta una serie di guasti facilmente riconoscibili. Quindi si effettua una verifica sostituendo le valvole di bassa frequenza con valvole nuove dello stesso tipo. Se così facendo non si dovesse ancora udire un suono normale nell'altoparlante, bisognerà procedere all'analisi di tensione, che risulta il metodo più efficace per localizzare il guasto.
Allo scopo di illustrare i particolari di una analisi di tensione, in fig. 40 è riportato il circuito che alimenta uno stadio a pentodo amplificatore di tensione. Nello schema si possono leggere le intensità di corrente e le tensioni imposte nei diversi punti. Se si

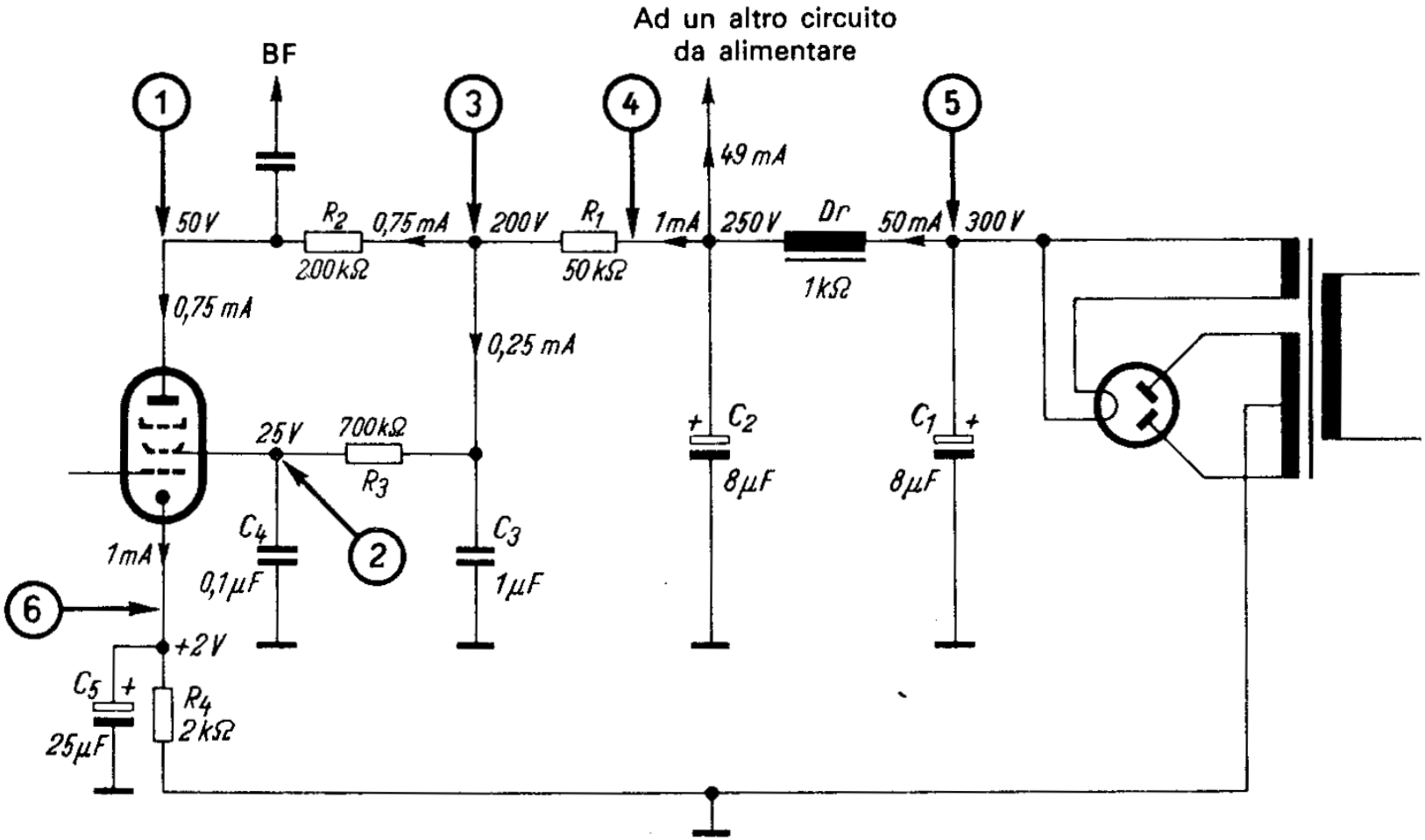


Fig. 40 Circuito che provvede ad alimentare una valvola amplificatrice di bassa frequenza

assume il condensatore C_2 come un generatore di tensione di 250 Volt, la resistenza R_1 interessata da una corrente di 1 mA provoca una caduta di tensione di 50 Volt. Analogamente la resistenza anodica R_2, interessata da una corrente di 0,75 mA, provoca una caduta di tensione di 150 volt. La resistenza della griglia schermo R_3, interessata da una corrente di 0,25 mA, provoca una caduta di tensione di 175 volt. Se lo stadio lavora correttamente all'anodo del pentodo deve dunque risultare applicata una tensione di 50 Volt, mentre alla griglia schermo deve risultare applicata una tensione di 25 Volt. La corrente catodica di 1 mA impone sulla resistenza R_4 una caduta di tensione di 2 Volt. Tale caduta di tensione serve a portare il catodo ad una tensione positiva rispetto al telaio.
Durante l'analisi di tensione le misure vengono effettuate sui punti indicati da una freccia, nella successione indicata dai rispettivi numeri. Se la misura (1) non dovesse accertare alcuna tensione all'anodo, bisogna controllare la linea delle resistenze fino alla sezione alimentatrice eseguendo le misure (3), (4) e (5). Se per esempio si dovesse accertare che nel punto (4) c'è ancora tensione, significa che la resistenza R_1 è guasta o che il condensatore C_3 si è perforato. Se il guasto è nel condensatore C_3 anche la resistenza R_1 è di solito bruciata a causa del sovraccarico. Servendosi dell'analisi di tensione si possono dunque controllare tutti i singoli componenti. Se dovesse rendersi necessario un controllo più preciso di un componente, ciò può essere fatto con l'analisi di resistenza.

8.4 Ricerca dei guasti negli amplificatori FI equipaggiati con IC

I ricevitori che in frequenza intermedia ed in demodulazione sono equipaggiati con IC difficilmente procurano al tecnico grosse difficoltà di ricerca dei guasti.
A causa dell'integrazione dell'amplificatore a frequenza intermedia e del demodulatore in un unico IC il numero dei singoli componenti necessari oltre all'integrato diminuisce enormemente.

Conseguentemente anche le disfunzioni che possono intervenire sono poche.

1. verifica
Risulta facile esaminare l'intero amplificatore di frequenza intermedia ed il demodulatore mediante un *vobulatore* iniettando il segnale FI all'ingresso dello stesso. Avendo già effettuato il controllo della sezione di bassa frequenza ed avendo constatato che tale sezione funziona regolarmente, ci sarà un guasto in frequenza intermedia o in demodulazione nel caso che l'altoparlante non riproduca il segnale applicato all'ingresso della frequenza intermedia.

2. verifica
In tal caso bisognerà procedere a *misurare le tensioni.* Constatando dei valori minori di quelli riportati sullo schema si consiglia di controllare che i circuiti adiacenti non abbiano cambiato la loro frequenza di lavoro. Ciò si può fare agendo sulla taratura delle induttanze ed esaminando contemporaneamente l'ampiezza delle tensioni. Eventuali guasti dovuti a disaccordo possono provocare un abbassamento della tensione ed una riproduzione difettosa del suono nell'altoparlante. Non riuscendo ad elevare la tensione con l'operazione di taratura, si procede a dissaldare l'IC.

3. verifica
Se ancora dovessere sussistere dubbi sul funzionamento dell'integrato, si procederà al controllo dei componenti ad esso collegati con l'*analisi di resistenza.*

In fig. 41 è riportato un amplificatore di frequenza intermedia con annessa demodulazione. Le parti comprese entro la linea tratteggiata sono completamente integrate in un unico involucro. Sotto l'aspetto tecnico della riparazione rimane poco spazio per eventuali riflessioni, a causa dello scarso numero di componenti.
La tensione di alimentazione deve essere il più possibilmente stabile, in modo che i transistori dell'IC che lavorano come amplifica-

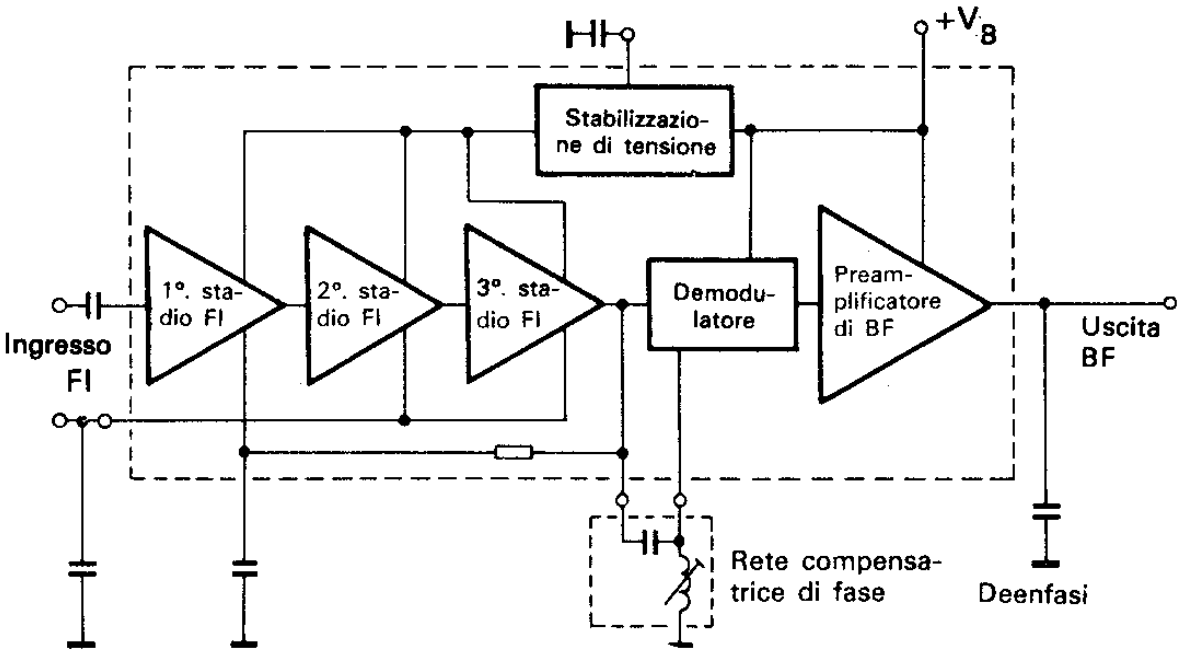


Fig. 41 Componente integrato di amplificazione FI e di demodulazione

tori differenziali possano fornire una amplificazione costante. Le tensioni necessarie a fissare il punto di lavoro dipendono dalla tensione di alimentazione e sono stabilizzate dai componenti di contraccoppiamento. Un guasto ha come conseguenza una variazione di tutte le tensioni ed in tal caso non resta che cambiare l'integrato.

L'amplificazione di frequenza intermedia è caratterizzata da una larga banda e non è possibile migliorare la selettività con filtri di banda posti all'uscita dei singoli stadi di amplificazione. Per fare ciò si deve agire prima dell'ingresso dell'integrato. A tale fatto si può riconoscere il vantaggio di aver eliminato, rispetto al passato, laboriose operazioni di accordo che venivano eseguite sulla sezione a frequenza intermedia. Si deve tuttavia provvedere, durante la riparazione, all'accordo di quei pochi circuiti ancora esistenti, poiché da essi dipende, ancor più che in passato, l'amplificazione complessiva della sezione.

Spesso vengono inseriti dei filtri formati da *risuonatori ceramici.* Tali filtri sono caratterizzati da una oscillazione elettromeccanica che presenta una frequenza di risonanza stabile non influenzabile

dall'esterno. In caso di guasto tale componente deve venire semplicemente sostituito.

8.5 Ricerca dei guasti negli amplificatori FI a transistori e negli stadi di demodulazione

L'incidenza dei guasti nella sezione demodulatrice è talmente bassa che tale sezione può venir benissimo controllata durante la fase di ricerca sullo stadio amplificatore di frequenza intermedia. Anche per gli amplificatori di FI si consiglia di partire controllando, con un multivibratore o con un oscillatore bloccato o con un vobulatore, che il segnale iniettato non venga bloccato. Per fare ciò si inietta il segnale sulla base del primo transistore di frequenza intermedia. Tale segnale deve poter essere udito normalmente sull'altoparlante quando il ricevitore è regolato su di un volume medio.
Quasi tutti i ricevitori moderni sono forniti della banda delle onde ultracorte. Ciò significa che devono venir amplificate due diverse frequenze intermedie e, dato che le onde ultracorte vengono trasmesse modulate in frequenza, il circuito di demodulazione si differenzia da quello relativo alla demodulazione di ampiezza. Nella riparazione di tale sezione si deve dunque controllare se la disfunzione è localizzata sulla parte AM o FM (onde lunghe-medie-corte oppure onde ultracorte) in modo da intervenire soltanto sulla parte non funzionante. Per fare ciò si agisce sul commutatore di gamma e si ascolta il suono emesso dall'altoparlante. Se, per eseguire tale operazione, si usa un vobulatore, si deve iniettare un segnale corrispondente alla gamma d'onda selezionata. Tale segnale è normalmente di 10,7 MHz per la gamma delle onde ultracorte, e di 460 kHz per la gamma AM. Se solo una gamma lavora regolarmente, si seleziona l'altra gamma e vi si inietta il corrispondente segnale controllando in tal modo se il guasto è situato sulla sezione di frequenza intermedia o sulla demodulazione. Accertando che il segnale risulta normalmente udibile nell'altoparlante, si può concludere che la sezione funziona regolarmente e

che bisogna ricercare il guasto sullo stadio di mescolamento o su quello d'ingresso.
In caso contrario si procede ad una normale circoscrizione del guasto poiché normalmente l'assetto del circuito è tale per cui i transistori che svolgono le due diverse funzioni di frequenza intermedia sono indipendenti per quanto riguarda eventuali guasti di alimentazione o di stabilizzazione. La fonte del guasto risiede pertanto solo nei componenti relativi alla gamma d'onda prescelta oppure nel settore di gamma. Se entrambe le sezioni di frequenza intermedia (AM ed FM) non funzionano regolarmente, il relativo segnale viene applicato alle basi dei singoli transistori delle due sezioni. Si consiglia di iniziare l'esame sulla sezione relativa alla gamma AM, più precisamente selezionando la gamma delle onde medie, poiché in tal modo si ha la minore probabilità di provocare dei disaccordi iniettando il segnale. Il tecnico esperto riesce a trarre delle utili conclusioni anche solo interpretando i diversi scricchiolii che possono generarsi iniettando il segnale. Questa eventualità è molto limitata nella gamma delle onde ultracorte. Iniziando l'indagine dal primo transistore di frequenza intermedia, si deve poter udire il segnale iniettato in base con il comando di volume al minimo. Se l'amplificatore di frequenza intermedia è guasto, il suono arriva normalmente alla bassa frequenza soltanto quando il segnale viene iniettato a valle dello stadio guasto. Per mezzo di un segnale si riesce dunque a circoscrivere il guasto in un solo stadio.
Per procedere quindi alla esatta localizzazione di tale guasto si esegue l'analisi di tensione sullo stadio stesso.

8.6 Ricerca dei guasti negli stadi di mescolamento a transistori

Lo stadio di mescolamento può costituire un unico blocco di riparazione. In realtà la maggior parte dei ricevitori possiede due stadi di mescolamento, uno per la gamma AM ed uno per la gamma FM.

1. verifica
Con la prima verifica si deve pertanto determinare quale dei due stadi di mescolamento del ricevitore è guasto. Per fare ciò si usa la *commutazione AM/FM* e la gamma nella quale non si riesce ad ottenere una ricezione corretta conterrà un guasto nello stadio di mescolamento, essendo precedentemente già stato accertato che l'amplificazione di frequenza intermedia funziona normalmente.

2. verifica
Iniezione del segnale di media frequenza sulla base del transistore mescolatore. La tensione del segnale viene mescolata ed amplificata nello stadio di mescolamento. Si possono controllare entrambe le funzioni. Applicando il segnale sulla base del transistore di mescolamento si può controllare se il transistore amplifica normalmente. In tal caso il segnale deve essere udito almeno con la medesima intensità con cui era udito durante l'esame della base del primo transistore di frequenza intermedia (paragrafo 8.5). In caso contrario già con tale prova si può affermare che il transistore di mescolamento non lavora.

3. verifica
Ci si accerta se funziona l'*oscillatore.* Per fare ciò ci si può facilmente servire di un secondo ricevitore. Si pone il ricevitore da riparare su di una bassa frequenza della gamma delle onde ultracorte. Si porta il secondo ricevitore in diretta vicinanza del primo. Si estraggono le due antenne e si accendono entrambi i ricevitori. Si regola quindi la frequenza dell'apparecchio funzionante su di una frequenza identica a quella dell'oscillatore dell'apparecchio da riparare (Fig. 42). Se ad esempio la sintonia dell'apparecchio guasto è stata posta in corrispondenza di 88 MHz, la sintonia dell'apparecchio funzionante viene posta a 98,7 MHz = 88 MHz + 10,7 MHz (cioè più la frequenza intermedia del ricevitore).
Dato che una parte dell'oscillazione viene sempre riflessa in antenna, se l'oscillatore dell'apparecchio da riparare funziona, l'apparecchio funzionante riceve in tal caso una portante non modulata.

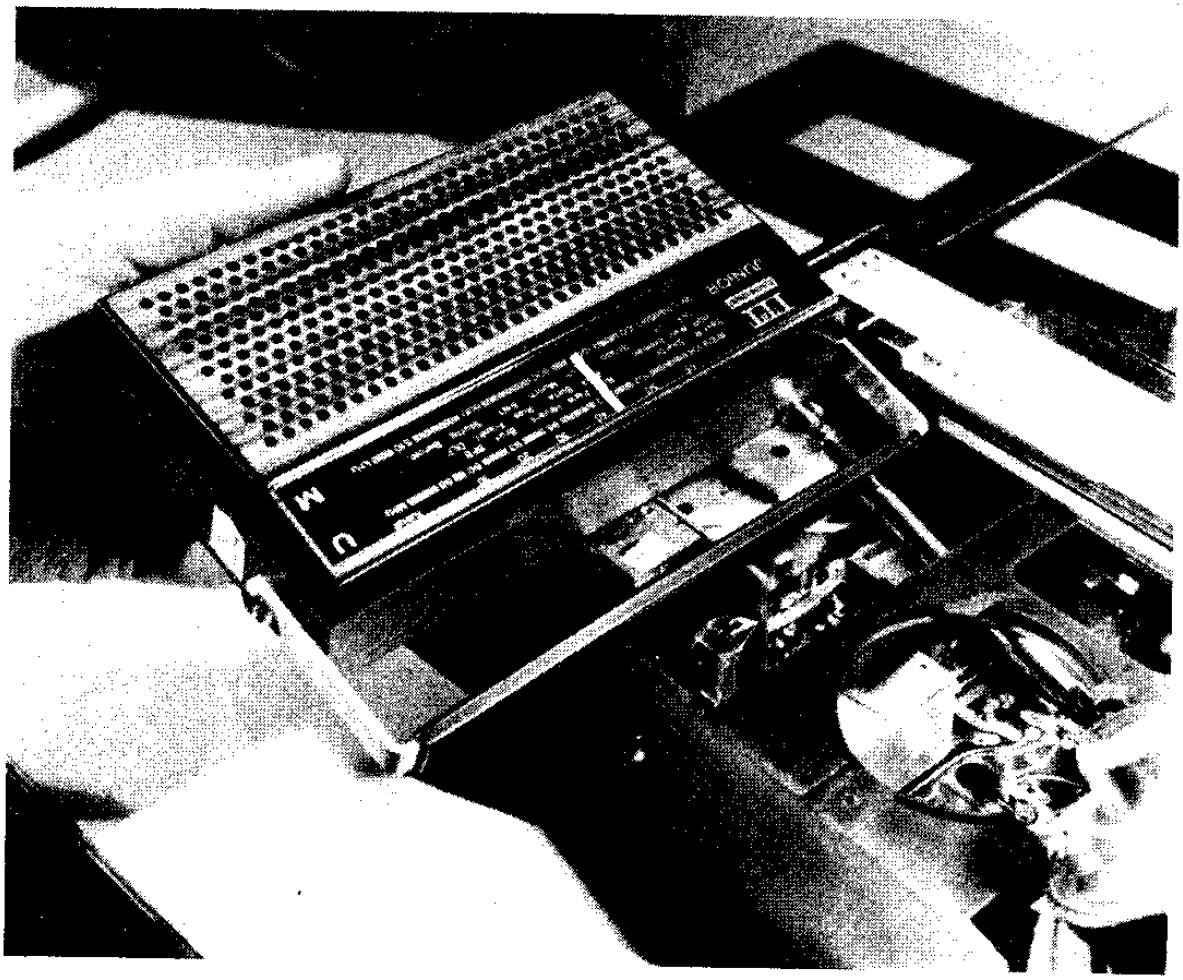


Fig. 42 Verifica dell'oscillatore con un secondo ricevitore

Tale fatto può venir facilmente rilevato regolando opportunamente il volume e constatando che solo in corrispondenza della frequenza prescelta sparisce il caratteristico fruscio delle onde ultracorte. Un ulteriore controllo può venire effettuato spegnendo il ricevitore da riparare e constatando il riapparire del fruscio. Si può dunque controllare, senza smontare il ricevitore, il funzionamento dell'oscillatore. Nel campo delle onde ultracorte può spesso succedere che i transistori al silicio degli stadi d'entrata si mettono ad oscillare. Tale disfunzione si rileva ruotando la scala e constatando un funzionamento intermittente. Contrariamente a ciò che accade quando si guasta l'oscillatore, in tal caso la ricezione è ancora possibile applicando l'antenna od il segnale del vobulatore sull'elettrodo di accoppiamento dello stadio di mescolamento. Tale guasto può venir facilmente eliminato collegando alla base del transistore oscillante una resistenza di 50-150 Ω.

8.7 Ricerca dei guasti negli stadi d'ingresso a transistori

I ricevitori di classe ed i ricevitori supereterodina per automobile possiedono normalmente, prima dello stadio di mescolamento, uno stadio amplificatore di alta frequenza. Si ottiene in tal modo un elevato rapporto segnale-disturbo migliorando contemporaneamente l'amplificazione. Il circuito d'entrata di tale stadio è a larga banda in modo da non aver bisogno di una regolazione selettiva d'accordo d'antenna. Di tale fatto ne soffre l'amplificazione complessiva; d'altra parte, così facendo, si evitano delle ulteriori complicazioni costruttive. L'indagine di tale stadio si può facilmente eseguire nel modo seguente:

1. verifica
Impugnato un cacciavite non isolato, si tocca leggermente il lato caldo del condensatore variabile d'ingresso oppure il punto di accoppiamento del transistore mescolatore, che nel caso di stadi mescolatori autooscillanti è l'emettitore. Se in tal caso il ricevitore funziona, anche se non perfettamente, ciò significa che non funziona lo stadio d'ingresso.
Per sicurezza si ripete più volte questo esame all'ingresso dell'antenna o sull'elettrodo di accoppiamento del transistore dello stadio mescolatore. Se lo stadio d'ingresso non funziona non è possibile alcuna ricezione.

2. verifica
Una migliore possibilità d'indagine ci viene offerta da una presa d'antenna asimetrica senza collegamento a terra collegata ai punti sopra considerati. In tal modo viene a cadere qualsiasi dubbio sul risultato ottenuto.

3. verifica
Se mediante i precedenti esami si accerta che lo stadio d'ingresso è difettoso, si procede a controllare il transistore di questo stadio con l'analisi di tensione. Nel caso che lo stadio d'ingresso non sia protetto da un diodo può essere successo che si sia guastato a

causa di sovratensioni dovute a fenomeni temporaleschi locali. Spesso un guasto del transistore dello stadio d'ingresso è dovuto a tali fenomeni.

4. verifica

Non riuscendo a localizzare il guasto con gli esami precedenti, si ricorre alla misura delle resistenze. Tale procedimento offre le maggiori probabilità di localizzare il guasto. Si possono in tal modo controllare le bobine e gli altri componenti passivi dello stadio d'ingresso. Dopo aver effettuato questi esami, sussiste ancora l'eventualità che alcuni condensatori abbiano cambiato il loro valore pregiudicando la ricezione. Per verificare tale circostanza, si pone in parallelo ai condensatori sospetti un condensatore campione di identico valore. Nella maggior parte dei casi succede che in un condensatore che si guasta diminuisce la capacità. Mettendo in parallelo un altro condensatore si ha come effetto un aumento della capacità. Bisogna però tener presente che negli stadi d'ingresso della gamma delle onde ultracorte non si possono toccare i condensatori prova posti in parallelo, poiché in tal modo si introduce una attenuazione che può indurci a supporre un guasto inesistente.

Nel capitolo 13 sono riportate alcune tabelle di ricerca dei guasti che comprendono i difetti più frequenti, le relative cause, e le verifiche necessarie per la determinazione del guasto.

Utilizzando queste tabelle, la ricerca sarà ulteriormente abbreviata.

9 Ricerca dei guasti in un ricevitore a transistori e integrati

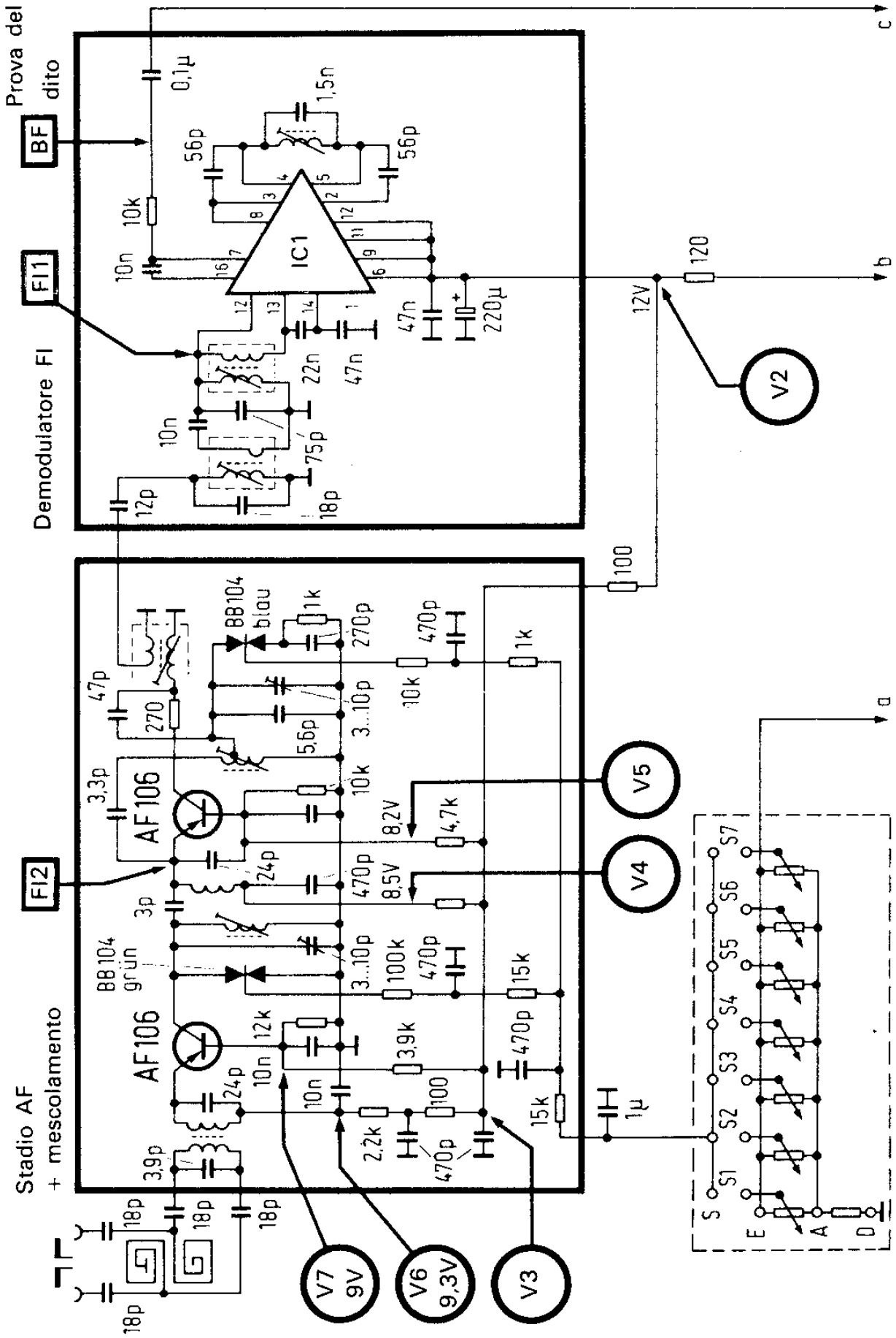
Nel capitolo 7 si è già parlato del fatto che è conveniente associare il guasto, in un primo momento, ad un blocco del ricevitore. Solo a questo punto si procede all'applicazione dei diversi metodi di misura previsti. In fig. 43 è riportato il circuito di un ricevitore a transistori ed IC, in cui sono indicati i singoli blocchi. Corrispondentemente deve essere effettuata la stessa suddivisione su ogni circuito da riparare.

Una prima verifica sommaria può essere effettuata con la *prova del dito*. Con essa si può già determinare se il guasto si trova nella sezione a bassa frequenza o nella sezione di frequenza intermedia e di mescolamento. Si restringeranno allora le singole verifiche alle sezioni BF, FI o AF, a seconda del risultato della prova del dito.

Nello schema sono riportate in un quadratino le sorgenti di segnale BF e FI che occorre successivamente applicare. Le freccie indicano il punto in cui si deve effettuare la misura; i numeri indicano la successione in cui le misure vanno effettuate. In tal modo si può determinare fino a quale parte del circuito il segnale viene trasmesso e amplificato. Nel punto di misura dal quale il segnale non viene più udito, vi sarà da ricercare il difetto. Questa iniezione del segnale assicura una rapida localizzazione del guasto.

Il secondo metodo da applicare è l'analisi di tensione, se con il primo metodo non si è udito alcun segnale, o se il risultato è dubbio. La successione delle misure di tensione è quella riportata nei circoletti.

La prima misura va effettuata dietro il raddrizzatore. Questo punto di misura è conveniente poiché il raddrizzatore e il condensatore di carica collegato sono facilmente rintracciabili. Inoltre


Prova del dito
BF
FI1
FI2
Demodulatore FI
Stadio AF + mescolamento
IC1
AF106
AF106
BB104 blau
BB104 grün
V2
V3
V4
V5
V6 9,3V
V7 9V
12V
8,2V
8,5V
S1
S2
S3
S4
S5
S6
S7
a
b
c
E
A
D

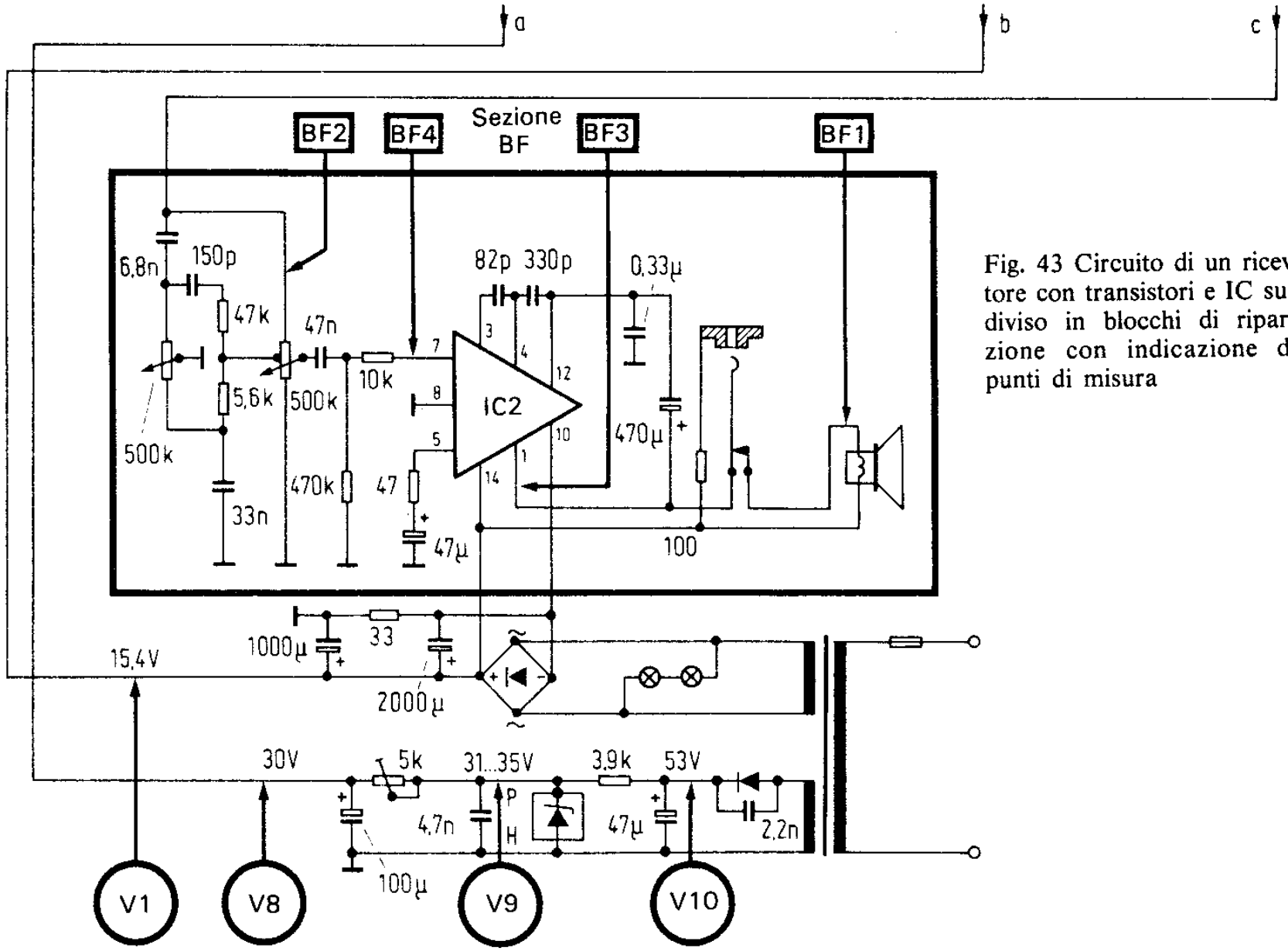


Fig. 43 Circuito di un ricevitore con transistori e IC suddiviso in blocchi di riparazione con indicazione dei punti di misura

questo è il primo punto in cui si può misurare una tensione continua, proveniente dall'alimentatore. Prima sono tutte tensioni alternate.
Se già qui manca tensione, ha poco senso procedere alle altre misure di tensione. In questo caso bisogna determinare la causa della mancanza di tensione. Se le lampadine della scala si illuminano normalmente, è difettoso o il raddrizzatore o la resistenza 33 Ω. Se l'IC è difettoso la tensione sarà probabilmente sotto il valore dato. Un insufficiente livello di tensione si può tuttavia imputare ad un cortocircuito in un altro blocco. Perciò si dovranno effettuare le restanti misure di tensione, nella successione data.

Se le misure da V1 a V8 danno i risultati voluti, con le misure da V8 a V10 si può determinare se vi è la tensione stabilizzata per il comando della tensione di sintonizzazione. Se manca questa tensione, toccando l'ingresso d'antenna si sentono solo degli scricchiolii. Sono rari i casi in cui non si riesce, con i metodi descritti, ad individuare il componente difettoso. In tali casi si dovrebbe eseguire l'analisi di resistenza. È tuttavia in ogni caso possibile, con le misure precedenti, localizzare il guasto in una zona ben limitata, comprendente pochi componenti, e solo in questa andrà effettuata l'analisi di resistenza. In tal modo si possono localizzare quasi tutti i guasti.

10 Strumenti utili per la ricerca dei guasti

10.1 Come ricavare una tensione sinusoidale di misura

Se si vogliono esaminare degli amplificatori di bassa frequenza è necessario disporre di una oscillazione sinusoidale, specialmente quando si usa l'oscilloscopio. Non avendo a disposizione un vobulatore si può ottenere una oscillazione sinusoidale dalla tensione alternata di rete. In fig. 44 è riportato un semplice circuito capace di fornire una tale oscillazione. Usando un piccolo trasformatore di rete ed un potenziometro si può ottenere una tensione regolabile in modo continuo, che può venire utilmente usata come segnale. Come trasformatore se ne può utilizzare uno di quelli normalmente impiegati per alimentare i filamenti delle valvole.

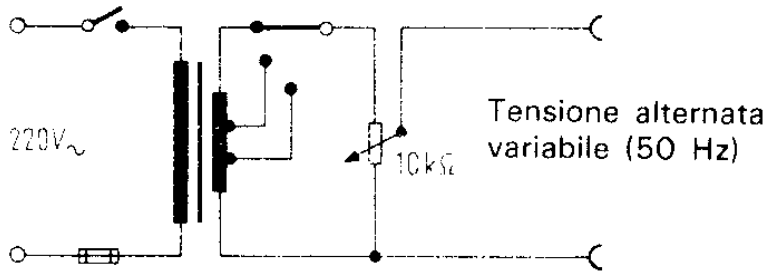


Fig. 44 Circuito per ottenere una tensione alternata utile ai fini di misura

10.2 Controllo della tensione di una batteria

Naturalmente la tensione di una batteria deve venir misurata quando questa è caricata dal ricevitore. Di solito è possibile avere una ricezione utile anche quando la tensione nominale della batteria è ridotta alla metà. Per esaminare il rapporto tra tensione d'alimentazione e funzionamento del ricevitore deve essere possibile variare in laboratorio la tensione stessa. Per fare ciò si consiglia lo

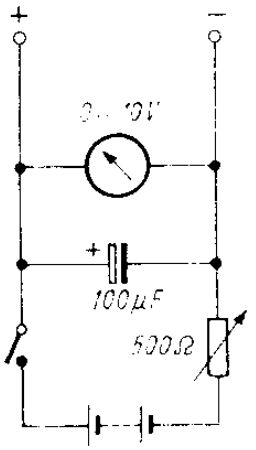


Fig. 45 Apparecchio per il controllo del funzionamento di un ricevitore a transistori alimentato da differenti valori di tensione

schema di fig. 45. Tramite la resistenza variabile la tensione può venir regolata in ampiezza in un ampio campo e può venir letta sul voltmetro.

10.3 Ondametro ad assorbimento

Mentre non esiste alcuna difficoltà nel controllare, tramite misurazioni di tensione effettuate sulla griglia di comando, se un oscillatore a valvole funziona, ciò risulta molto più difficoltoso se si tratta di transistore mescolatore autooscillante. In tal caso, per accertarsi dell'oscillazione, ci si serve di un tipo di ondametro ad assorbimento come quello rappresentato in fig. 46. Sintonizzando il circuito risonante dell'ondametro sulla esatta frequenza impostata sull'oscillatore del ricevitore, si instaura sui morsetti d'uscita una tensione continua derivante dal raddrizzamento della tensione di alta frequenza. L'indicazione di tale tensione ci viene fornita da un voltmetro a valvole oppure da uno strumento a

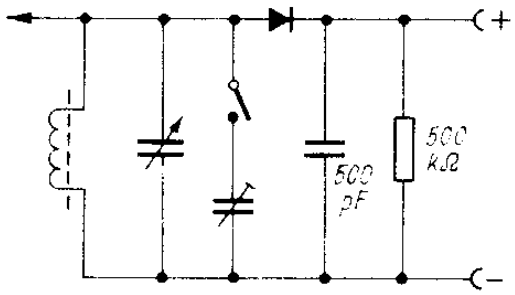


Fig. 46 Misuratore di frequenza ad assorbimento atto ad accertare l'autooscillazione dello stadio di mescolamento ed il funzionamento dell'amplificatore a frequenza intermedia

bobina mobile di elevata resistenza interna. Con un interruttore si può inserire un secondo condensatore in modo da poter accordare il circuito anche sulle frequenze intermedie. Se l'accoppiamento induttivo risulta irrealizzabile a causa della schermatura delle bobine, il segnale necessario può venir direttamente prelevato sui punti caldi dei circuiti toccandoli con il puntale.

10.4 Sonde

Per iniettare il segnale di un generatore di bassa o di alta frequenza ci si serve normalmente delle sonde riportate in fig. 47. La funzione dei condensatori separatori è molto importante. Senza di essi, specialmente nel caso di circuiti di comando, la tensione di base che viene prelevata mediante contatto verrebbe fortemente falsata. Per iniettare una tensione di alta frequenza attraverso l'antenna in ferrite di un ricevitore, il generatore deve essere fornito di una sonda formata da una bobina con nucleo in ferrite. Il segnale di alta frequenza si può iniettare anche collegando al vobulatore un avvolgimento accoppiato alla bobina di antenna.

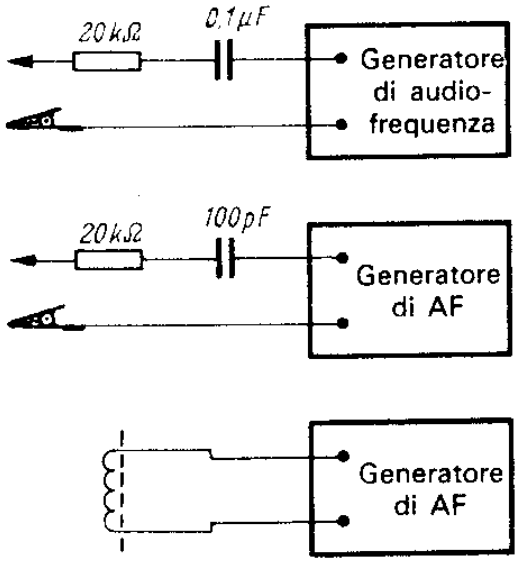


Fig. 47 Sonde per l'iniezione di un segnale e per introdurre un segnale di alta frequenza nello stadio d'entrata

10.5 Elemento di simmetria

Se si deve controllare un sintonizzatore per onde ultracorte e si dispone di un vobulatore ad uscita asimmetrica, si può facilmente costruire un elemento di simmetria usando solo tre resistenze, come indicato in fig. 48.

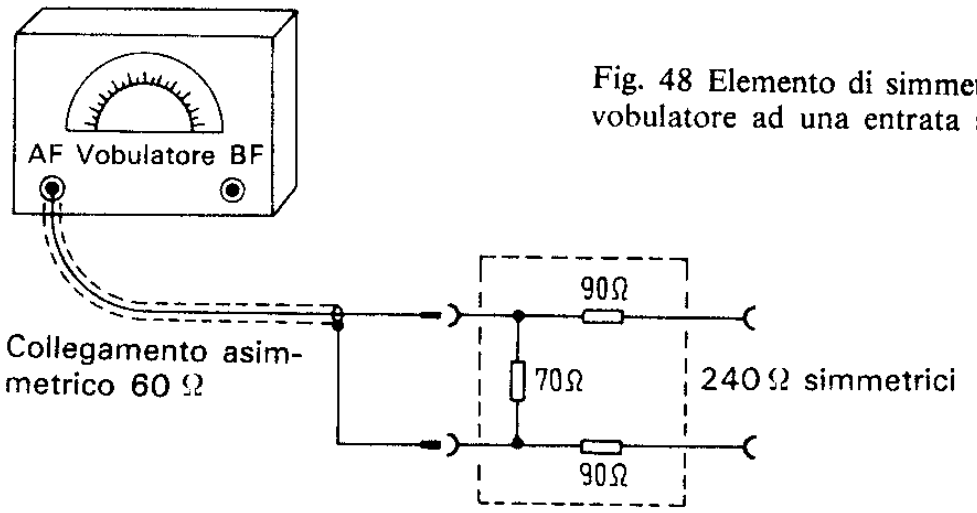


Fig. 48 Elemento di simmetria per collegare il vobulatore ad una entrata simmetrica

11 Controllo dei singoli componenti

11.1 Transistori e diodi

È facile verificare un transistore servendosi di un ohmetro. Le giunzioni emettitore base e base collettore possono essere paragonate a dei diodi. Il verso di conduzione ed il verso di interdizione sono opposti. Per calcolare i valori delle resistenze di conduzione e di interdizione si usa l'ohmetro collegato secondo le due diverse polarità. In fig. 49 è riportato il procedimento di misura. È utile in tale misura ricordare le seguenti regole:

Elevata resistenza in entrambi i sensi tra emettitore e collettore. Conduzione od interdizione tra base-emettitore e base-collettore a seconda della polarità applicata.

I corticircuiti o le interruzioni sono i guasti più frequenti nei transistori. Entrambe tali disfunzioni possono venir facilmente individuate con il semplice metodo esposto. Bisogna però fare attenzione, che i transistori al germanio usati negli stadi d'ingresso e negli

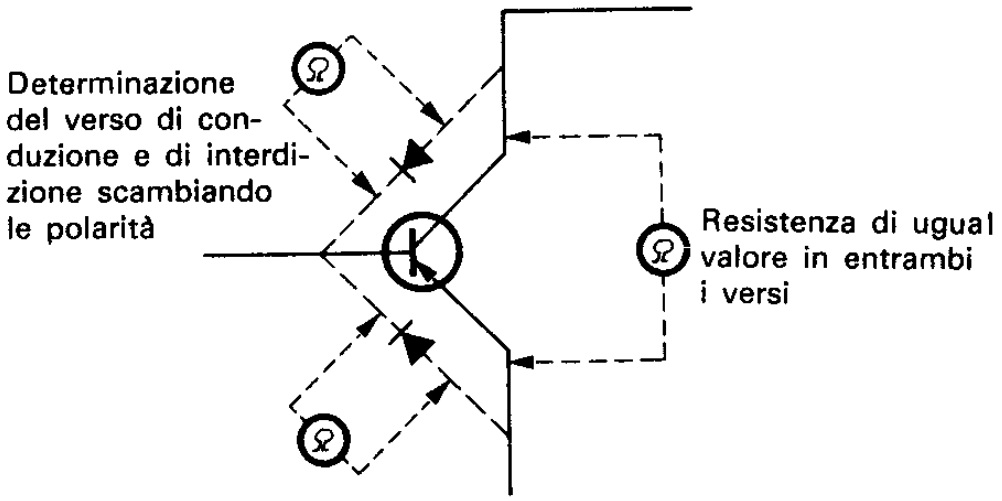


Fig. 49 Semplice verifica di un transistore usando un ohmmetro

stadi di accoppiamento possono venir danneggiati se vi si applica una tensione troppo elevata, come è quella di 1,5 Volt generalmente fornita da un ohmetro.
Anche i diodi si possono facilmente controllare con un ohmetro. La loro resistenza di conduzione e di interdizione si determina scambiando la polarità dello strumento di misura collegato. Diamo qui di seguito dei valori indicativi:

Resistenza di conduzione	*Resistenza di interdizione*
Diodi al germanio: 0,5 - 3 kΩ	maggiore di 50 kΩ
Raddrizzatori al selenio di piccola potenza: 1 kΩ	maggiore di 5 MΩ

I valori delle resistenze dipendono dalle tensioni applicate e dalla temperatura. Pertanto i risultati di tali misure devono venir considerati con grandi tolleranze. I diodi possono dar origine anche a rumori. La struttura dei diodi è simile a quella dei transistori e dunque anche nei diodi può nascere un rumore dovuto al variare del movimento degli elettroni alle diverse temperature.
Tale disfunzione può venir individuata cortocircuitando il diodo con un condensatore. In tal modo l'alta e la bassa frequenza passano attraverso il condensatore e non attraverso il diodo. I diodi Zener, che spesso vengono usati nelle sezioni rete per stabilizzare la tensione, vengono controllati con un alimentatore variabile. Si collega il diodo Zener da controllare ai morsetti di uscita (+ e—) dell'alimentatore e si regola la corrente su di un valore ammissibile per il diodo. Si regola la tensione su di un valore superiore a quello dichiarato dal costruttore per lo Zener. Se il diodo funziona, fino a che la tensione applicata al diodo risulta più elevata della tensione nominale dello stesso, sullo Zener si deve poter misurare una tensione pari a quella nominale. Se applicando il diodo si riscontra una tensione inferiore o superiore a quella nominale, ciò significa che il diodo è difettoso. La tensione stabilizzata corrisponde a quella nominale del diodo finché la corrente prelevata non supera il valore della corrente nominale che può scorrere nel diodo.

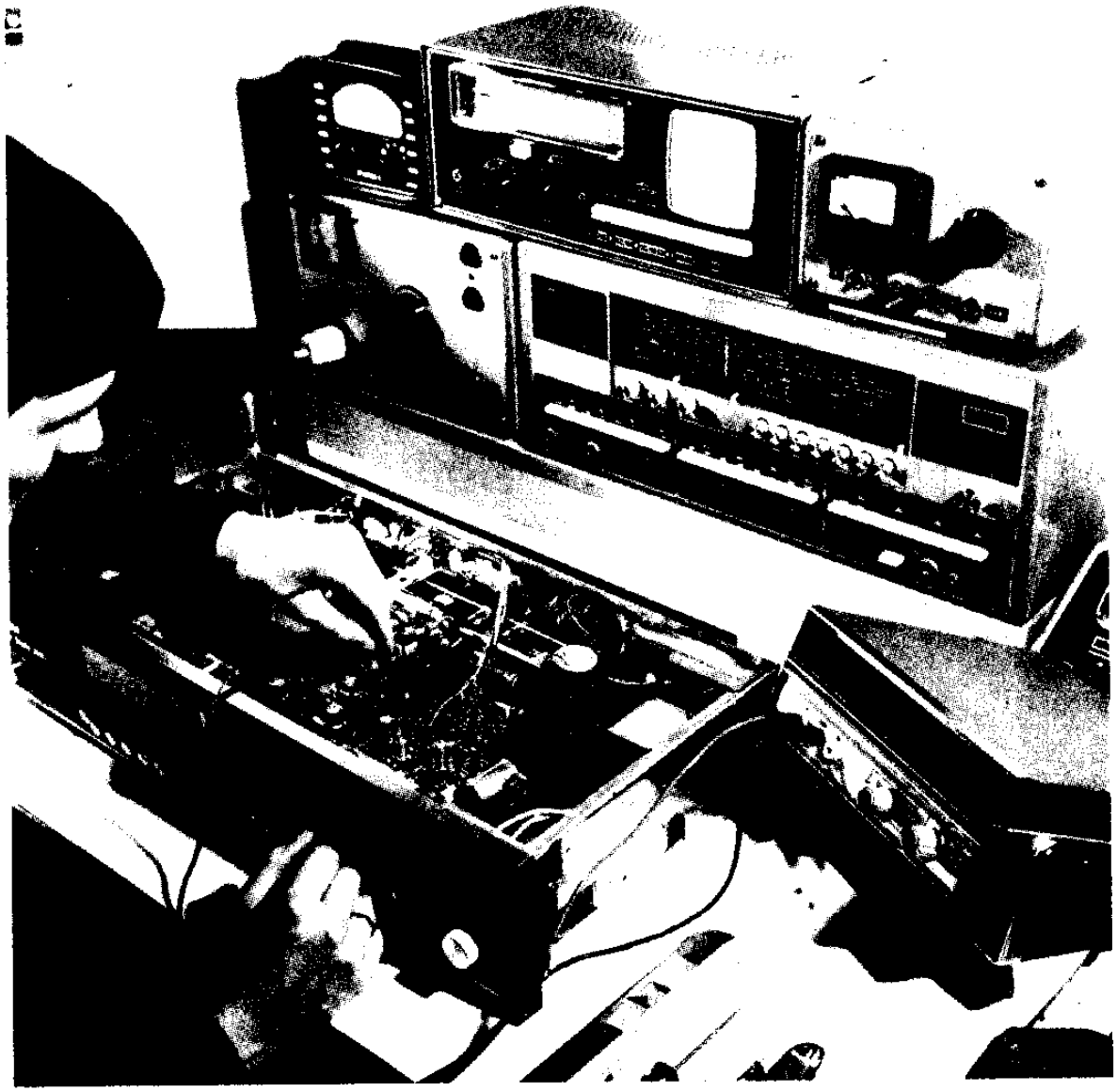


Fig. 50 Banco di lavoro per la riparazione dei radioricevitori provvisto di voltmetro digitale, vobulatore, oscilloscopio, misuratore d'uscita, ohmetro, apparecchio prova-transistori, alimentatore stabilizzato e generatori di segnali per i vari stadi

11.2 Rumore dei transistori

Nei transistori, a causa del moto degli elettroni e delle lacune alle diverse temperature e ai diversi valori di tensione e corrente alternata, si genera una potenza di rumore. Questa potenza può diventare così grande da rendere impossibile una ricezione perfetta. Nessun transistore è esente da questo difetto. Nel caso si verificasse un guasto di questo tipo, la prima cosa da verificare è

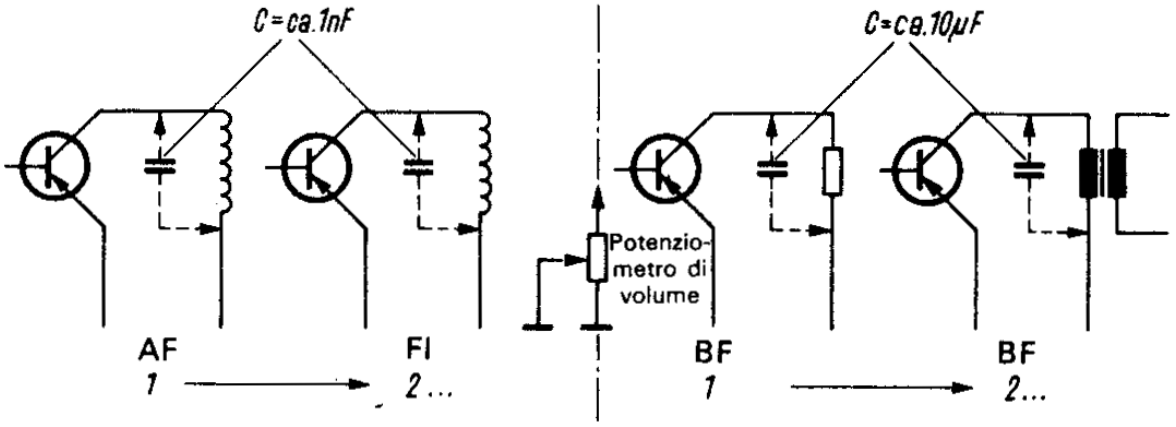


Fig. 51 Determinazione del rumore dei transistori con l'aiuto di un condensatore

se il rumore viene generato nella sezione a bassa, intermedia o alta frequenza.
Se, regolando il potenziometro di volume sul minimo, si constata che il rumore non scompare, il guasto va localizzato nella sezione di bassa frequenza. Se invece il rumore scompare, il guasto è da ricercare dal potenziometro di volume all'indietro, nelle sezioni di frequenza intermedia e alta.
La localizzazione del guasto può avvenire utilizzando un condensatore. Per la bassa frequenza si utilizza un condensatore da circa 10 μF, per la frequenza intermedia e alta si utilizza un condensatore da circa 1 nF. La capacità del condensatore non è critica, poiché esso serve esclusivamente per realizzare un cortocircuito che isoli la corrente alternata nelle diverse gamme di frequenza (fig. 51).
La localizzazione del guasto avviene come segue.

1. Nel caso di ricevitore in cui il rumore è percettibile anche se il potenziometro di volume viene regolato sul minimo.
Con un condensatore da 10 μF si shuntano le resistenze esterne dei transistori BF, partendo dal potenziometro di volume in direzione dell'altoparlante. Il transistore BF difettoso è quello la cui resistenza esterna shuntata cortocircuita il rumore.

2. Nel caso di ricevitore in cui il rumore non è più percettibile se il potenziometro di volume è regolato sul minimo.
Con un condensatore da circa 1 nF si shuntano le resistenze esterne dei transistori FI e AF, partendo dall'ingresso d'antenna in direzione del potenziometro di volume. Anche in questo caso il transistore difettoso è quello in cui la resistenza esterna shuntata cortocircuita il rumore.
I terminali delle resistenze esterne sono molto spesso difficilmente accessibili. Dallo schema elettrico del ricevitore si può tuttavia facilmente determinare se il terminale della resistenza esterna non collegato con il transistore è collegato alla sorgente di corrente direttamente o comunque mediante una resistenza molto piccola. Il condensatore può allora venir collegato dalla sorgente al collettore del transistore. Gli apparecchi con il polo positivo a massa hanno normalmente le resistenze esterne collegate a massa. In tal caso il condensatore deve venir collegato al collettore e a massa.
Capita ogni tanto di avere a che fare con apparecchi che, se esposti al sole, hanno un rumore molto alto; ciò significa che la potenza di rumore di uno dei loro transistori sale all'aumentare della temperatura. Per verificare questo tipo di guasto si può usare un asciugacapelli. Se, convogliando sul ricevitore l'aria calda, l'inconveniente si presenta, sarà possibile localizzarlo con i metodi descritti.

11.3 Diodi limitatori

Nelle sezioni FM si possono trovare dei diodi limitatori. Essi vengono collegati in parallelo al circuito primario del primo filtro di banda FI (fig. 52) e sono polarizzati nel senso inverso. Se vi è applicato un forte segnale FI, tale segnale viene limitato, nel senso che a partire da un determinato valore di tensione, il segnale viene cortocircuitato.

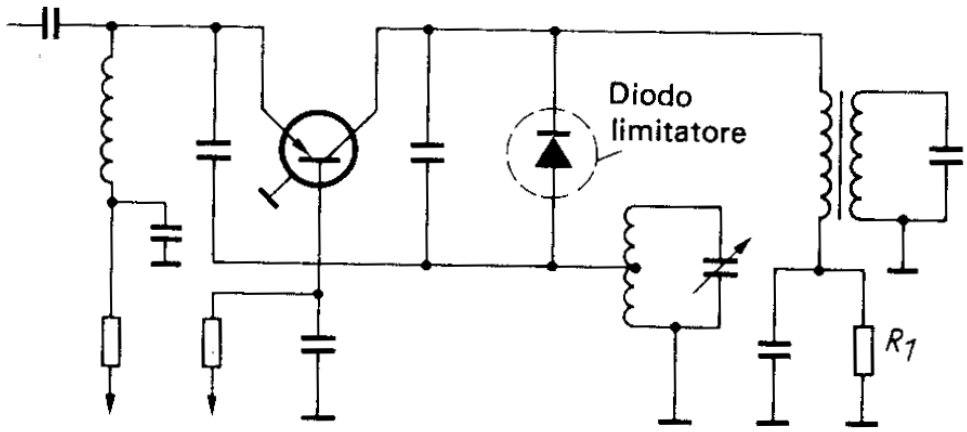


Fig. 52 Diodo limitatore in un circuito

Un cortocircuito di un diodo di questo tipo ha come conseguenza un cortocircuito del segnale FI. Anche applicando un segnale al collettore del transistore, all'altoparlante non è udibile alcun segnale. Se il diodo non dovesse svolgere la sua funzione limitatrice, può succedere che i trasmettitori locali, che emanano segnali molto forti, vengano ricevuti distorti, mentre i deboli trasmettitori FM siano normalmente udibili. In casi estremi i trasmettitori locali non vengono nemmeno ricevuti.

11.4 Antenne in ferrite e condensatori variabili

Talvolta non si riesce ad ottenere il massimo accordo agendo sulle bobine avvolte su nuclei di ferrite, anche se, per fare ciò, si seguono le istruzioni dettate dal costruttore. La causa di questo fatto può essere ricercata in una magnetizzazione della ferrite con conseguente variazione della sua permeabilità. Smontando l'apparecchio, oppure smontando l'altoparlante, può essere successo che ferrite ed altoparlante siano stati posti in contatto. La ferrite può

in tal caso venir smagnetizzata immergendola in un campo magnetico alternato generato da un apparecchio smagnetizzante, come quello che viene adoperato per la smagnetizzazione delle testine sonore. Solo dopo tale operazione sarà nuovamente possibile ottenere l'accordo desiderato.
Se regolando un condensatore variabile doppio si sentono degli scricchiolii, può darsi che sia intervenuto un contatto fra il rotore e la massa. In tal caso può essere utile spruzzare del tetraclorometano (tetracloruro di carbonio) in modo da eliminare l'olio e lo sporco accumulatosi. Si deve poi usare un lubrificante.
Se, oltre agli scricchiolii, succede anche che in determinati punti si interrompe la ricezione, significa che è intervenuto un cortocircuito fra le armature. In tal caso si deve cominciare ad ispezionare il condensatore variabile cominciando dalle armature esterne del rotore. Molto spesso si può constatare che si è piegata soltanto una lamella. Per ovviare a tale fatto basterà semplicemente raddrizzarla.
Bisogna però fare attenzione che durante tale operazione non vengano curvate le altre lamelle. Tale fatto potrebbe generare fra le armature dei corticircuiti ben peggiori.

11.5 Resistenze e potenziometri

È sempre più frequente l'uso di resistenze che, oltre alla loro tradizionale funzione, hanno un altro compito, cioè funzionano come fusibili. Tali resistenze sono formate da uno strato di una particolare lacca non infiammabile che evapora in caso di sovraccarico, interrompendo il flusso di corrente, e vengono impiegate nei circuiti contrassegnandole in modo speciale. In caso di necessità, dovranno venir sostituite con resistenze dello stesso tipo e della stessa portata, in modo da mantenere inalterata la loro funzione di sicurezza. In tal modo si riesce ad evitare che vengano danneggiati dei componenti costosi.
I guasti dei potenziometri possono venire facilmente riconosciuti dagli scricchiolii percettibili durante la loro regolazione. Nei pic-

coli ricevitori essi vengono saldati direttamente sul circuito, senza essere fissati meccanicamente. Può pertanto succedere che gli scricchiolii siano dovuti ad un cedimento della saldatura. Si rimedia all'inconveniente effettuando una nuova saldatura.
Spruzzando del tetraclorometano si possono eliminare dei contatti difettosi tra la superficie resistente ed il cursore. Si raccomanda di ripetere per più giorni tale operazione di pulitura in modo da evitare la ricomparsa del difetto dopo poco tempo.
Molto spesso succede che l'operazione di pulitura provoca un miglioramento soltanto momentaneo. In tal caso la causa è dovuta alla carica del condensatore elettrolitico di accoppiamento. Risulta cioè troppo elevata la caduta di tensione sul condensatore di accoppiamento. Se tra il potenziometro e l'accoppiamento al transistore seguente si trova un condensatore di accoppiamento, si può rimediare a tale fatto interrompendo il collegamento di massa del potenziometro e rieffettuandolo sul polo contrario di tensione, cambiando nello stesso tempo la polarità del condensatore elettrolitico di accoppiamento. In tal modo è possibile porre rimedio a degli scricchiolii persistenti. Bisogna però fare attenzione che, così facendo, la tensione variabile viene bloccata dal potenziometro in entrambe le direzioni di regolazione.

11.6 Condensatori elettrolitici

A causa della bassa resistenza interna dei transistori convenzionali, per realizzare gli accoppiamenti si utilizzano condensatori di elevata capacità. Per ragioni economiche, i condensatori generalmente utilizzati per tale scopo sono condensatori elettrolitici. Essi vengono inoltre usati in emettitore per impedire controaccoppiamenti e negli stadi finali complementari per accoppiare l'altoparlante.
I guasti dei condensatori elettrolitici si verificano quando l'elettrolita si è disseccato oppure quando avviene una decomposizione elettrolitica dello strato metallico che costituisce il polo positivo del condensatore. Tutto ciò comporta una totale o parziale perdita

di capacità del condensatore. Un altro tipo di guasto è rappresentato dal perforamento degli strati. Quest'ultimo guasto si verifica talvolta nei condensatori al tantalio.
La perdita di capacità di un condensatore si può accertare ponendovi in serie un condensatore elettrolitico campione. Se dopo tale operazione si ottiene una ricezione pulita, bisogna cambiare il condensatore.
I condensatori perforati si possono individuare con una analisi di tensione.

11.7 Altoparlante

È facile verificare un altoparlante servendosi di un altro altoparlante. Si pone quest'ultimo in parallelo all'altoparlante da verificare e si accerta se funziona regolarmente. In caso positivo tale fatto significa che l'altoparlante originale è guasto, e occorre sostituirlo. Non vale assolutamente la pena eseguire sugli altoparlanti, come veniva fatto negli anni precedenti, complicate operazioni di centraggio. Il successo di una simile operazione è spesso di breve durata.
Ponendo in parallelo un altoparlante campione si diminuisce però la resistenza di carico, elevando conseguentemente la corrente dei transistori finali. Pertanto la durata di una simile prova deve essere breve in caso di volume elevato poiché si mettono in pericolo i transistori finali, specialmente se si tratta di impianti stereo di elevata potenza. Con l'aumento della corrente viene inoltre aumentato il coefficiente di distorsione armonica impedendo in tal modo una esatta verifica.
Durante il funzionamento di un apparecchio non si può disinserire l'altoparlante. L'improvvisa apertura del circuito di uscita genera delle oscillazioni spontanee che possono danneggiare i transistori finali.

12 Alcuni consigli per i guasti meccanici

1. Piastrina spezzata

Se si tratta di una rottura liscia, basterà incollarvi sotto un pezzetto di plastica. Se la fessura è più grande, si potrà usare della colla a due componenti (Uhu-Plus). Seguendo le istruzioni, la piastrina tornerà ad essere in perfette condizioni.

2. Fori nella piastrina

Se i fori sono stati causati dall'eccessivo calore dovuto ai transistori finali, è consigliabile limare i bordi, lasciando il foro stesso. Infatti non è possibile, per motivi di compensazione di calore, spostare il transistore; d'altra parte se il punto in cui si è formato il foro venisse aggiustato, il calore del transistore lo brucerebbe ancora.
Nel caso di fori di altro tipo, si può formare un composto con colla a due componenti e segatura di plastica, colmando il foro con questo preparato.

3. Graffi su contenitore plastico

Molto spesso i contenitori in plastica stampata si graffiano. Se tali graffi non sono troppo profondi, si possono eliminare come segue. La superficie viene smerigliata con carta smeriglio finissima, fino a che il graffio è scomparso. Quindi si applica un polish (pulitore per mobili) con un panno morbido, strofinando la superficie fino a che

questa non torna lucida. Eventualmente si ripete l'applicazione del polish.

4. Parti in plastica spezzate

Le parti in plastica (poliestere) spezzate si possono aggiustare riscaldandole. Si può per esempio usare un asciugacapelli o un saldatore pulito.

5. Contenitore in finta pelle diventato troppo piccolo

Restando al sole o venendo troppo riscaldato, può succedere che l'involucro in finta pelle diventi troppo piccolo. Per farlo tornare alle sue dimensioni originali, lo si sottopone all'aria calda di un fohn e lo si strofina leggermente con uno straccio di lana in direzione dell'apertura. Quando il contenitore ha riassunto le sue normali dimensioni lo si lascia raffreddare.

6. Interruzioni nelle piste conduttrici

Le piste conduttrici interrotte nella piastrina stampata non possono venir ricollegate con una semplice saldatura. In tal caso infatti il pericolo di nuove interruzioni non viene scongiurato. È invece raccomandabile saldare un pezzo di filo che faccia da ponte: solo così il guasto è definitivamente riparato.

7. Guasti intermittenti causati da interruzioni capillari

Non è sempre facile trovare le cause di un guasto intermittente. Spesso il difetto si verifica dopo un aumento della temperatura. Un aiuto considerevole nella ricerca di tali guasti può essere fornito da speciali spray di raffreddamento. La piastrina viene spruzzata come in fig. 53. Quando il punto in cui si è verificato il guasto

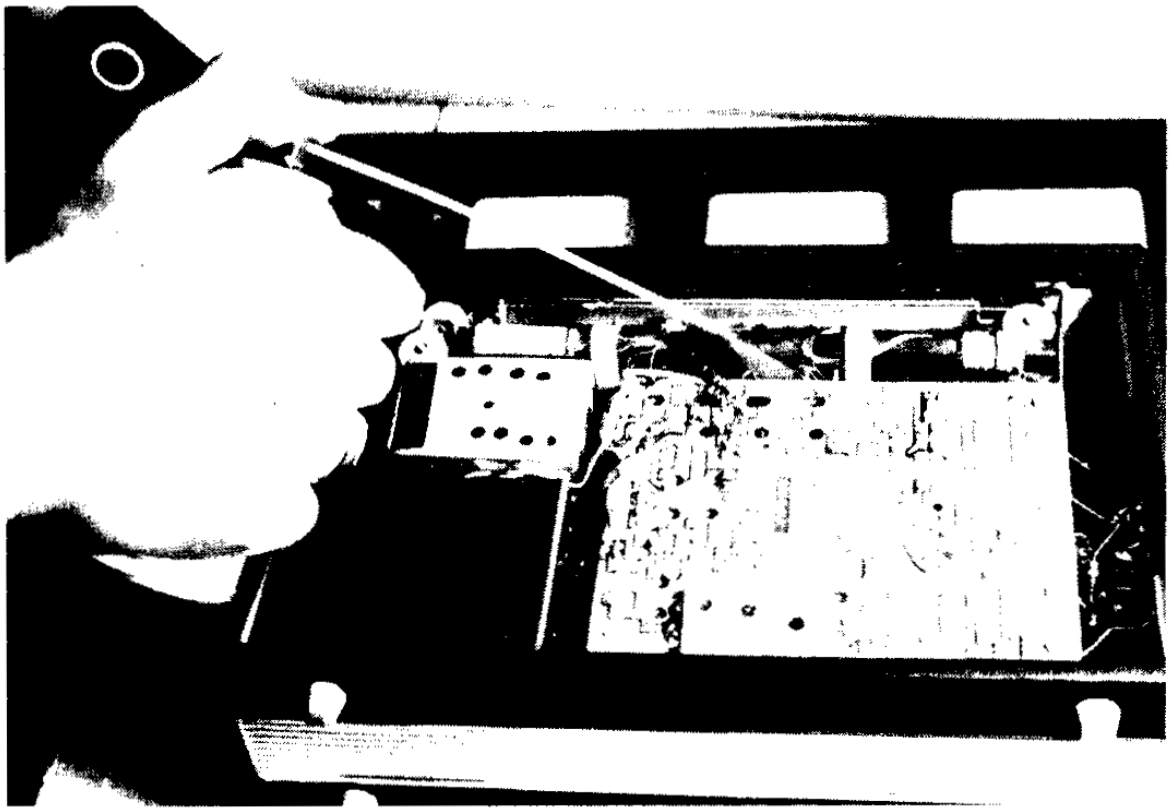


Fig. 53 Utilizzazione di uno spray di raffreddamento per l'eliminazione dei guasti intermittenti

viene toccato dallo spray, il difetto scompare, se si tratta di un guasto provocato dall'aumento di temperatura. In tal modo il difetto viene rapidamente localizzato.

8. Scricchiolii nel regolare la scala

L'individuazione di questo guasto nel caso di condensatori rotanti ad aria non presenta grosse difficoltà. Infatti in tal caso si tratta di un contatto tra le armature, che si può eliminare o raddrizzandole o pulendole con uno speciale spray.
Nei piccoli ricevitori tascabili a transistori si utilizzano condensatori variabili plastici. Quando si verificano scricchiolii in tali condensatori, i metodi sopradescritti servono raramente. Meglio sarà spruzzare il condensatore variabile con un mezzo antistatico. Questi difetti sono in generale provocati dall'accumularsi di sporcizia nel condensatore variabile. Nel ruotare il condensatore si crea nell'isolamento plastico una carica statica. Il trattamento con un mezzo antistatico elimina definitivamente il difetto.

13 Tabelle di ricerca dei guasti

1 Tabella di ricerca dei guasti per amplificatori BF con IC

Manifestazione del guasto	Cause del guasto	Verifiche
Non si sente alcun rumore	L'adduzione di corrente è interrotta o l'altoparlante è difettoso	1. Misurare l'assorbimento di corrente 2. Misurare le tensioni 3. Controllare l'altoparlante collegando in parallelo un altro altoparlante
Nessun segnale audio, ma a potenziometro di volume regolato sul massimo si sente un debole suono	È interrotta la linea BF del segnale	1. Regolare il potenziometro sul massimo 2. Misurare l'assorbimento di corrente 3. Misurare le tensioni agli IC 4. Applicare un segnale di BF 5. Analisi di resistenza
Segnale audio troppo debole e distorto	Amplificazione difettosa e ridotta	1. Misurare l'assorbimento di corrente 2. Misurare le tensioni agli IC 3. Applicare un segnale di BF 4. Verifica con l'oscilloscopio 5. Analisi di resistenza
Segnale audio di normale intensità ma distorto	Amplificazione difettosa	1. Misurare le tensioni agli IC 2. Applicare un segnale di BF 3. Verifica con l'oscilloscopio 4. Analisi di resistenza
Segnale audio di intensità normale, con fruscio	Difettoso centraggio dell'altoparlante	Controllare l'altoparlante collegando in parallelo un altro altoparlante

Il segnale audio si sente, ma non si può agire sul volume	È difettoso il potenziometro di volume	1. Verificare il potenziometro di volume con un ohmetro, ad apparecchio scollegato 2. Verificare i collegamenti meccanici del potenziometro
Il segnale audio è normale, ma vi sono degli scricchiolii	Nell'amplificatore BF è presente una tensione perturbatrice	Regolare il volume al minimo, in modo che il disturbo sia udibile, quindi: 1. Verificare con un condensatore 2. Misurare le tensioni 3. Verificare i singoli componenti
Il segnale audio è normale, ma vi sono dei ronzii	Incompleto filtraggio della tensione alternata di rete raddrizzata	Verificare i condensatori-filtro collegando in parallelo un altro condensatore
Il segnale audio è normale, ma, quando il trasmettitore è ben centrato, vi sono dei ronzii	Ronzii di modulazione	Verificare i condensatori-antidisturbo AF dell'alimentatore
Il segnale audio è normale, ma compaiono dei fischi se si supera un determinato volume	Controaccoppiamento difettoso	1. Cambiare gli IC 2. Verificare i singoli componenti
Agendo sul potenziometro di volume gli alti stridono in modo variabile	Autoeccitazione	1. Cambiare gli IC 2. Verificare i singoli componenti

2 Tabella di ricerca dei guasti per amplificatori BF con transistori

Manifestazione del guasto	Cause del guasto	Verifiche
Non si sente alcun rumore	L'adduzione di corrente è interrotta o l'altoparlante è difettoso	1. Misurare l'assorbimento di corrente 2. Misurare le tensioni 3. Controllare l'altoparlante collegando in parallelo un altro altoparlante
Nessun segnale audio, ma a potenziometro di volume regolato sul massimo si sente un debole suono	È interrotta la linea BF del segnale	1. Regolare il volume sul massimo 2. Applicare un segnale di BF 3. Analisi di tensione
Segnale audio troppo debole, ma chiaro e distinto	Ridotta amplificazione di un prestadio	1. Regolare il volume sul massimo 2. Applicare un segnale di BF 3. Analisi di tensione
Segnale audio troppo debole e distorto	Amplificazione difettosa e ridotta	1. Regolare il volume sul massimo 2. Misurare l'assorbimento di corrente 3. Applicare un segnale di BF 4. Analisi di tensione 5. Verifica con oscilloscopio
Segnale audio di normale intensità ma distorto	Stadio finale di potenza difettoso	1. Misurare l'assorbimento di corrente 2. Analisi di tensione 3. Verifica con oscilloscopio
Segnale audio di intensità normale, con fruscio	Difettoso centraggio dell'altoparlante	Verificare l'altoparlante collegando in parallelo un altro altoparlante

Il segnale audio si sente, ma non si può agire sul volume	È difettoso il potenziometro di volume	1. Verificare il potenziometro di volume con un ohmetro ad apparecchio scollegato 2. Verificare i collegamenti meccanici del potenziometro
Il segnale audio è normale, ma vi sono degli scricchiolii	Nell'amplificatore BF è presente una tensione perturbatrice	Regolare il volume al minimo, in modo che il disturbo sia udibile, quindi: 1. Verificare con un condensatore 2. Analisi di tensione 3. Verificare i singoli componenti
Il segnale audio è normale, ma vi sono dei ronzii	Incompleto filtraggio della tensione alternata di rete raddrizzata	Verificare il condensatore-filtro collegando in parallelo un altro condensatore
Il segnale audio è normale, ma, quando il trasmettitore è ben centrato, vi sono dei ronzii	Ronzii di modulazione	Verificare i condensatori-antidisturbo AF dell'alimentatore
Il segnale audio è normale, ma compaiono dei fischi se si supera un determinato volume	Contraccoppiamento difettoso	1. Verifica dei condensatori di controaccoppiamento collegando in parallelo un altro condensatore 2. Verifica dei singoli componenti del ramo di controaccoppiamento
Agendo sul potenziometro di volume gli alti stridono in modo variabile	Autoeccitazione	1. Verifica dei condensatori di controaccoppiamento collegando in parallelo un altro condensatore 2. Verifica dei singoli componenti

3 Tabella di ricerca dei guasti per amplificatori BF con valvole

Manifestazione del guasto	Cause del guasto	Verifiche
Non si sente alcun rumore	L'adduzione di corrente è interrotta o l'altoparlante è difettoso	1. Misurare l'assorbimento di corrente 2. Misurare le tensioni 3. Controllare l'altoparlante collegando in parallelo un altro altoparlante
Nessun segnale audio, ma a potenziometro di volume regolato sul massimo si sente un debole suono	È interrotta la linea BF del segnale	1. Regolare il volume sul massimo 2. Prova del dito 3. Verificare le valvole BF 4. Analisi di tensione
Segnale audio troppo debole, ma chiaro e distinto	Ridotta amplificazione in un prestadio BF	1. Regolare il volume sul massimo 2. Prova del dito 3. Verificare le valvole BF 4. Analisi di tensione
Segnale audio troppo debole e distorto	Amplificazione difettosa e ridotta	1. Regolare il volume al massimo 2. Prova del dito 3. Verificare le valvole BF 4. Analisi di tensione
Segnale audio di normale intensità e distorto	Valvola finale di potenza difettosa	1. Verificare la valvola finale 2. Analisi di tensione
Segnale audio di intensità normale, con fruscio	Difettoso centraggio dell'altoparlante	Controllare l'altoparlante collegando in parallelo un altro altoparlante

Il segnale audio si sente, ma non si può agire sul volume	È difettoso il potenziometro di volume	1. Verificare il potenziometro di volume con un ohmetro, ad apparecchio scollegato 2. Verificare i collegamenti meccanici del potenziometro
Il segnale audio è normale, ma vi sono degli scricchiolii	Nell'amplificatore BF è presente una tensione perturbatrice	Regolare il volume al minimo, in modo che il disturbo sia udibile, quindi: 1. Scambiare per prova le valvole BF 2. Analisi di tensione
Il segnale audio è normale, ma vi sono dei ronzii	Incompleto filtraggio della tensione alternata di rete raddrizzata	Verificare i condensatori-filtro collegando in parallelo un altro condensatore
Il segnale audio è normale, ma, quando il trasmettitore è ben centrato, vi sono dei ronzii	Ronzii di modulazione	Verificare i condensatori-anti-disturbo AF dell'alimentatore
Il segnale audio è normale, ma compaiono dei fischi se si supera un determinato volume	Controaccoppiamento difettoso	1. Scambiare per prova le valvole BF 2. Verificare i condensatori di controaccoppiamento collegando in parallelo un condensatore di prova 3. Verifica dei singoli componenti del ramo di controaccoppiamento
Agendo sul potenziometro di volume gli alti stridono in modo variabile	Autoeccitazione	1. Scambiare per prova le valvole BF 2. Verificare i condensatori di controaccoppiamento collegando in parallelo un condensatore di prova 3. Verificare i singoli componenti

4 Tabella di ricerca dei guasti per amplificatori FI

Manifestazione del guasto	Cause del guasto	Verifiche
		La verifica degli stadi di mescolamento AM e FM dovrebbe essere preceduta da un controllo dello stadio FI. Il volume non va regolato sul minimo
Nessun segnale audio, rumori	È interrotta la linea FI	1. Applicare un segnale FI 2. Misurare le tensioni
Segnale audio troppo debole	Ridotta amplificazione nella sezione FI	1. Applicare un segnale FI 2. Misurare le tensioni iniziando dal 1° transistore FI
Segnale audio troppo debole e distorto	Difettosa amplificazione nella sezione FI	1. Applicare un segnale FI 2. Misure di tensione iniziando dal 1° transistore FI
Segnale audio troppo debole e disturbato	Ridotta amplificazione del primo stadio FI	1. Applicare un segnale FI 2. Misurare le tensioni del 1° transistore FI
Segnale audio normale, ma vi sono degli scricchiolii	Nell'amplificatore FI è presente una tensione perturbatrice	1. Verificare con un condensatore 2. Analisi di tensione
Trasmettitore locale distorto, il più debole dei trasmettitori che si ricevono è normale	Difettosa regolazione di evanescenza	1. Disinserire la regolazione di evanescenza 2. Verifica dei singoli componenti della regolazione di evanescenza

Barbugliamenti	Forte desintonizzazione nella sezione FI o difettoso filtraggio della tensione continua	1. Verifica dei condensatori-filtro dell'alimentatore mediante collegamento in parallelo di un altro condensatore 2. Accordo FI
Fischi nel sintonizzarsi vicino al trasmettitore	Desintonizzazione FI	1. Controllare l'accordo FI 2. Controllare l'accordo dell'oscillatore

5 Tabella di ricerca dei guasti per stadi di mescolamento

Manifestazione del guasto	Cause del guasto	Verifiche
		La verifica degli stadi di mescolamento AM e FM dovrebbe essere preceduta da un controllo dello stadio FI; il volume non va regolato sul minimo
Nessun segnale audio, rumori nelle gamme AM e FM	È interrotta la linea dei due stadi di mescolamento	1. Misure di tensione 2. Controllo del commutatore di gamma 3. Applicare un segnale AF 4. Verifica con l'oscillatore

5 Tabella di ricerca dei guasti per stadi di mescolamento (*continua*)

Manifestazione del guasto	Cause del guasto	Verifiche
Segnale audio troppo debole e disturbato nelle gamme AM e FM	Interrotta amplificazione dei due stadi di mescolamento	1. Applicare un segnale AF 2. Misure di tensione 3. Misure di resistenza
Rumori nella gamma AM, la gamma FM è normale	L'oscillatore AM non oscilla	1. Verificare l'oscillatore con un 2° ricevitore (gamma AM) 2. Misura delle tensioni 3. Misura delle resistenze
Rumori nella gamma FM, la gamma AM è normale	L'oscillatore FM non oscilla	1. Verificare l'oscillatore con un 2° ricevitore (gamma FM) 2. Misura delle tensioni 3. Misura delle resistenze
Segnale audio nella gamma AM troppo debole e disturbato, gamma FM normale	Ridotta amplificazione nello stadio di mescolamento AM	1. Applicare un segnale AF (gamma AM) 2. Applicare un segnale FI (gamma AM) 3. Misura delle tensioni
Segnale audio nella gamma FM troppo debole e disturbato, gamma AM normale	Ridotta amplificazione nello stadio di mescolamento FM	1. Applicare un segnale AF (gamma FM) 2. Applicare un segnale FI (gamma FM) 3. Misura delle tensioni

Il segnale AM sparisce temporaneamente e compaiono rumori, gamma FM normale	L'oscillatore AM oscilla ad intermittenza	1. Applicare un segnale AF (gamma AM) 2. Misure di tensione
Il segnale FM sparisce temporaneamente e compaiono rumori, gamma AM normale	L'oscillatore FM oscilla ad intermittenza	1. Applicare un segnale AF (gamma FM) 2. Misure di tensione
I trasmettitore OL, OM o OC non coincidono con le indicazioni della scala, gamma FM normale	L'oscillatore AM per OL, OM, OC è scordato	Accordare l'oscillatore della gamma AM
I trasmettitori FM non coincidono con le indicazioni della scala, gamma AM normale	L'oscillatore FM è scordato	Accordare l'oscillatore della gamma FM
Il trasmettitore « scorre via », regolando la scala si sente nuovamente	Difettosa tensione di sintonizzazione o stabilizzata	Misure di tensione all'oscillatore, la verifica deve essere protratta nel tempo
Fischi nel sintonizzarsi vicino al trasmettitore AM	Tensione d'oscillatore AM troppo elevata	1. Controllo dell'accordo FI nella gamma AM 2. Controllo dell'accordo dell'oscillatore nella gamma AM 3. Misure di tensione all'oscillatore AM (tensione troppo elevata)
Fischi nel sintonizzarsi vicino al trasmettitore FM	Tensione d'oscillatore FM troppo elevata	1. Controllo dell'accordo FI nella gamma FM 2. Controllo dell'accordo dell'oscillatore nella gamma FM 3. Misure di tensione all'oscillatore FM (tensione troppo elevata)

6 Tabella di ricerca dei guasti per prestadi

Manifestazione del guasto	Cause del guasto	Verifiche
		La verifica dei prestadi dovrebbe essere preceduta da un controllo delle sezioni BF, FI e di mescolamento; il volume non va regolato sul minimo
Nessun segnale, ma rumore nelle OL, OM e OC	È interrotta la linea del prestadio AM	1. Applicare un segnale d'antenna 2. Applicare un segnale AF (gamma AM) 3. Misurare le tensioni 4. Analisi di resistenza
Nessun segnale, ma rumore in FM, AM normale	È interrotta la linea del prestadio FM	1. Applicare un segnale d'antenna 2. Applicare un segnale AF (gamma FM) 3. Misurare le tensioni 4. Analisi di resistenza
Il segnale OL e OM fortemente disturbato, si sentono troppo poche trasmittenti; gamma FM normale	Ridotta amplificazione del prestadio AM	1. Applicare un segnale d'antenna 2. Applicare un segnale AF (gamma AM) 3. Misurare le tensioni

Il segnale FM è fortemente disturbato, si sentono troppo poche trasmittenti; gamma AM normale	Ridotta amplificazione del prestadio FM	1. Applicare un segnale d'antenna 2. Applicare un segnale AF (gamma FM) 3. Misurare le tensioni
Ricezione ridotta e disturbata nella parte superiore o inferiore della gamma OL o della gamma OM	Difetti di scordatura del prestadio relativo	
Ricezione ridotta e disturbata nella parte superiore o inferiore della gamma FM	Difetti di scordatura nel prestadio FM	

Avvertenza

I circuiti e i procedimenti riprodotti in questo volume sono rivolti esclusivamente ai dilettanti e agli studenti e non possono venir utilizzati industrialmente.
Tutti i circuiti di questo libro sono stati realizzati dall'autore con molta cura e riprodotti solo dopo accurati controlli. Tuttavia l'editore dichiara di non assumere alcuna responsabilità, nè di dare alcuna garanzia, relativamente alle conseguenze derivanti da dati o indicazioni erronee.
L'editore sarà riconoscente per la segnalazione di qualunque tipo di errore riscontrato nel volume.

Indice analitico

Accordo 104
Altoparlante 11, 16, 17, 51, 52, 56, 64, 104, 107
Amplificatore (-i) 25
– BF 71, 74, 80
– differenziale 34
– di potenza 61
– FI 82, 85
Amplificazione
– di potenza 31
– di tensione 66
– complessiva 84
Analisi 18
– di corrente 11, 18, 38, 40, 47
– di resistenza 11, 18, 43, 47, 69, 74, 78, 82, 83
– di tensione 11, 18, 35, 38, 43, 47, 59, 69, 80, 86, 89, 107
Antenna 52, 69, 104
Assorbimento di corrente 39, 73
Attenuazione 90

Banco di lavoro 101
Bobina 11

Caduta di tensione 27, 38
Caratteristica 76
Cause dei guasti 14
Circuito (-i)
– Darlington 34, 35
– integrato (IC) 11, 16, 34, 51, 60, 69, 70
Coefficiente di distorsione armonica 72, 107
Collegamento d'antenna 17
Colloquio con il cliente 13
Componenti 10, 12, 16
– attivi 12, 18, 24, 25, 69, 75
– difettosi 16
– passivi 43, 60, 69, 75
Condensatore 11, 14
– catodico 56, 66
– d'accoppiamento 37, 74, 106
– elettrolitico 56, 61, 106
– passante 37
– separatore 93
– variabile 104
Controaccoppiamento 56, 61, 84, 106
Controllo di tensione 95
Corrente 18, 43, 48
– catodica 82
– di collettore 28, 31, 40, 42, 76
– di emettitore 40, 41
– permanente 40
– totale 38, 39

Cortocircuito 99, 105
Curva 58

Darlington 34, 35
Demodulazione 82, 83, 84, 85
Determinazione del punto di lavoro 84
Diodo
– al germanio 100
– Zener 100
Distorsione 48, 56, 59
Dito 16, 48, 67

Elemento di simmetria 98
Esame preliminare 16

Filtri di banda 84
Fusibili 105

Germanio 30
Gracidio 16, 17

Impedenza d'uscita 61
Iniezione del segnale 11, 47, 49
Inseguimento del segnale 11, 47, 57
Inseguitore catodico 34

Legge di Ohm 41, 43

Milliamperometro 38, 44
Misura della corrente totale 38
Misuratore d'uscita 49, 58
Multivibratore 51, 52

Ohmetro 44, 95
Ondametro ad assorbimento 96
Oscillatore 51, 52
– ausiliario 56
– bloccato 54
Oscillazioni (-e)
– rettangolari 51
– sinusoidali 51, 55
– spontanee 107
Oscillogrammi 58
Oscilloscopio 58, 63

Parallasse 23
Partitore di tensione 28, 72
Perdita di capacità 56, 106, 107
Perforamento 107
Permeabilità 104
Potenza 107
Potenziometro 20, 105
Presa d'antenna 17
Principio della cascata 35
Pulsanti 15

Qualità del suono 48

Regolatore di volume 64

Regolazione della corrente permanente 42
Resistenza (-e) 11, 16, 18, 19, 27, 38, 41, 43, 105
– catodica 37, 56
– di collettore 28
– di conduzione 99
– di emettitore 34, 41, 65
– di griglia 82
– di interdizione 99
– di isolamento 37
– interna 19, 20, 40, 43
Rete compensatrice di fase 84
Ricerca dei guasti 9, 14, 17, 49, 67, 69
Ricevitori
– a integrati 14, 49, 60, 69
– a transistori 14, 19, 49, 63
– a valvole 48, 66
Risuonatori ceramici 84
Ronzio 59, 68

Schema 12
– a blocchi 72
Scricchiolii 69, 98, 99
Segnale 17, 47, 49, 54, 64
Silicio 30
Smagnetizzazione 98
Sonde 93
Stadio (-i)
– ad alta frequenza 15
– a frequenza intermedia 15
– di mescolamento 17, 52, 59, 60, 61, 86
– finale 16, 17, 27, 31, 38, 39, 40, 42, 51, 72
• complementare 31, 78
– pilota 32, 65
Statistica 14
Strumento (-i) 10
– di misura 11, 19, 25, 27, 38
• analogico 23, 27
• a bobina mobile 19, 22
• digitale 23, 27

Taratura 45, 46
Tensione (-i) 18, 43, 48
– di collettore 28, 32
– di emettitore 28, 32, 77, 80
– di soglia 80
– rettangolare 52
– sinusoidale 91
– totale 32
Termistore 80
Tetraclorometano 105
Transistore (-i) 11, 27, 80, 99
– ad effetto di campo 25, 32
• a gate isolato 33
• a giunzione 33
– al germanio 30, 99
– al silicio 30
– complementari 32, 74, 78, 79, 80
– finali 16
– npn 25, 28, 30, 31
– pnp 25, 28, 31
Trasformatore d'uscita 37, 41, 42
Tubo a catodo freddo 23

Valvola 27, 36
Verso di conduzione 80
Vobulatore 54, 56, 66, 97
Voltmetri
– a transistori 20, 23
– a valvole 20
– digitali 23